



Hinc patriam sustinet

Instituto Superior de Agronomia
Universidade Técnica de Lisboa



Café Arábica de Cabo Verde e de Timor-Leste: estudo da qualidade do café comercial e da bebida

Inês Nunes Ribolhos

Dissertação para obtenção do grau Mestre em

Engenharia Alimentar – Processamento dos Alimentos

Orientador: Doutora Maria Helena Guimarães de Almeida

Júri:

Presidente: Doutor Augusto Manuel Nogueira Gomes Correia, Professor Associado do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa

Vogais: Doutora Margarida Gomes Moldão Martins, Professora Auxiliar do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa

Doutora Maria Helena Guimarães de Almeida, Professora Auxiliar do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa

Doutor António Eduardo Baptista Leitão, Investigador Auxiliar do Instituto de Investigação Científica Tropical

Doutora Maria José Brito Monteiro da Silva Proença dos Santos, Investigadora Auxiliar do Instituto de Investigação Científica e Tropical.

Lisboa, 2012

"Success is not final, failure is not fatal:
it is the courage to continue that counts".

Winston Churchill.

Agradecimentos

Considerando este trabalho como resultado de uma caminhada que não começou no ISA e agradecer não é por isso, uma tarefa fácil nem justa. Para não correr então o risco de injustiça, agradeço de antemão a todos os que de alguma forma, passaram pela minha vida e contribuíram para a construção de quem sou hoje.

E agradeço, particularmente, a algumas pessoas pela contribuição directa na realização deste trabalho:

À Professora e Orientadora Maria Helena Guimarães de Almeida, por me ter apoiado neste árduo trabalho e pelo seu acompanhamento durante todos os problemas que foram surgindo. Agradeço ainda os momentos informais de simpatia, apoio e viagens pelo país para a conclusão desta tese.

À Eng.^a Maria José Santos, por todo o esforço e dedicação a mim prestados, de forma a ser possível a conclusão deste trabalho.

Ao Eng.^o Eduardo Leitão, pela paciência e apoio em todas as determinações realizadas fora do ISA. Agradeço também, à Elisabete Lopes pela ajuda prestada nas análises de HPLC.

Aos meus pais, avós, irmãos e madrinha, que, com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa da minha vida.

Ao Daniel Costa, por estar a meu lado sempre que necessário, a mostrar-me que não há montanha demasiado alta para se chegar ao topo.

A todos os meus amigos, que me aturaram e incentivaram durante os anos em que frequentei esta Faculdade, especialmente à Marta Marques, ao Gil Ribeiro, ao David Ranhel, à Cláudia Pereira, à Cátia Hipólito, à Teresa Costa e à Inês La Féria. Não obstante, um grande obrigada às minhas companheiras de tese, Ana Veríssimo, Susana Faia e Patrícia Moura, pelos grandes almoços, risos e momentos de amizade e entreajuda passados no PAIAT.

Um agradecimento especial para a família Delta, que novamente me voltou a acolher, em especial à Susete Palmeiro, à Zeza Alves, ao Sr. Adelino, à D. Isabel, à Eng.^a Cristina e à Eng.^a Maria João.

Agradeço ainda de forma atenciosa à Nandi Cafés, nomeadamente ao Eng.^o Pedro Marques pelo apoio e disponibilidade prestados.

Ao Henrique Fernandes, que apesar de se encontrar longe foi um grande apoio e me deu resposta a todos os problemas que foram surgindo.

Por último, mas não menos importante, quero agradecer à equipa do Ensaio & Temperos, pelas folgas dadas e compreensão dispensada, quando tive que me ausentar para a conclusão deste trabalho.

Resumo

Neste estudo caracterizam-se cafés de duas origens distintas e avalia-se a influência que diversas condições de produção e tecnologia pós-colheita detêm sobre o café.

Neste trabalho, encontra-se então a caracterização físico-química dos cafés de Cabo Verde (Ilha do Fogo) e de Timor-Leste, tendo em conta os parâmetros: massa de 100 grãos, granulometria, defeitos, cinza, fenóis, acidez titulável, teores de cafeína, trigonelina e ácidos clorogénicos. Avaliou-se ainda, o perfil sensorial e o efeito da torra através da variação de volume, massa, cor, defeitos, pH e humidade.

Conclui-se que a maioria das amostras pode ser classificada nas categorias superiores para exportação devido aos elevados valores de massa (17,1 a 20,3 g/ 100 grãos), de grão graúdo (crivos 17 a 20) e baixo número de defeitos.

Quanto à análise sensorial, conclui-se por Análise de Componentes Principais que esta está relacionada com a caracterização físico-química, salientando-se a correlação que existe entre o elevado teor de cinza, pH baixo e gosto ácido.

Palavras-chave:

Ilha do Fogo, café, Timor-Leste; análise físico-química, análise sensorial, qualidade.

Abstract

Coffee is one of the leading products marketed globally, being a source of income for many producing countries, such as East Timor and Cape Verde.

This study characterizes two coffees from distinct origins and evaluates the influence that several conditions of production and post-harvest technology hold over the final product.

The study includes physical and chemical characterization of Fogo Island and East Timor coffees, on a few parameters: weight of 100 grains, grain size, defects, ash, phenols, global acidity, caffeine, trigonelline and chlorogenic acids. It was also evaluated the sensory profile and the effect of roasting on the variation of volume, mass, color, defects, moisture and pH.

One can conclude that most of the samples can be classified in the higher categories for exportation due to high mass values (17.1 to 20.3 g/ 100 seeds), coarse grains (17-20 sieves) and low number of defects.

For sensory analysis, it is concluded by PCA that it is related to the physical and chemical characterization, highlighting the correlation between high ash content, low pH and acidic taste.

Keywords:

Island of Fogo, coffee, East Timor, physical and chemical analysis, sensory analysis, quality.

Extended Abstract

Coffee is a major source of foreign exchange for East Timor (TL) and a product of tradition in Fogo island (Cape Verde). The latter has received in recent years, the interest by some agents of the international market, without, however, the scientific bases on its quality. This study is therefore the first to be performed on this origin of coffee, which has the particularity of being produced in considerable water deficit conditions, volcanic soils, and very dry weather.

In this study we analyze samples of parchment coffee and mocha commercial, taken in 2010 in Ermera (TL) and the Fogo's coco coffee harvested in 2011 and 2012, in order to compare the physical and chemical characteristics of the grains and sensory analysis of the drink.

The experimental work is preceded by a description of the two regions of production and postharvest technology practiced, proceeded to the physical and chemical analysis of green coffee, roasting and sensory analysis of the drink.

The results show a clear difference of Fogo, comparing to the TL's samples, due to higher values of ash, pH (in espresso beverage and grains) and ratio of caffeine/ trigonelline, lower intensity and color of roasted bean.

Sensory analysis of the infusion showed a greater intensity of smell and taste of fermented beans but lower values for the following variables: flavour, odor, acidity, body and global assessment of infusion, soluble solids, increase in volume during roasting and persistence.

The sample of 2012 has larger grain size than that of 2011, which can be probably due to differences in precipitation, probably occurred in both years.

Principal component analysis (PCA) applied to samples emphasizes that soil composition (minerals) affects the characteristics of Fogo's coffee, and this fact is related to higher values of pH, color in grains of roasted coffee, as well as a pronounced fermentation flavour in the drink. Future studies of ash constituents of this coffee will help to understand these results.

Índice

Agradecimentos	3
Resumo	4
Abstract.....	5
Extended Abstract.....	6
Índice de Quadros.....	3
Índice de Figuras.....	4
Lista de Abreviaturas e Siglas	6
I. Enquadramento e objectivos do trabalho	1
II. Revisão Bibliográfica - Noções gerais sobre o Café	2
1. História do Café	2
1.1 Origem e expansão do Café Árábica.....	2
1.2 Lendas e Mitos	2
1.3 Expansão do Café pelo Mundo.....	3
1.4 O Café Chega à Europa	4
2. Produção e consumo de Café	4
2.1 Produção Mundial de Café	4
2.2 Consumo Mundial de Café	5
3. A planta do Café	6
3.1 Taxonomia	6
3.2 O sistema radicular do cafeeiro.....	6
3.3 A parte aérea do cafeeiro	6
3.4 As inflorescências do cafeeiro.....	7
3.5 O fruto do cafeeiro	8
3.6 A semente do cafeeiro	9
4. Espécies do Café	10
4.1 Café Árábica (<i>Coffea arabica</i> L.)	10
4.2 Café Robusta (<i>Coffea canephora</i> , L.).....	11
5. As origens do Café em estudo	11
5.1 O café na Ilha do Fogo (Cabo Verde).....	11
5.2 O café em Timor-Leste.....	12
6. Processamento do Café: da Cereja ao Grão - Tecnologias e processamento.....	14
6.1 Colheita.....	14
6.2 Tecnologia por Via Húmida	14
6.3 Tecnologia por Via Seca	15
6.4 Benefício	16
6.5 Descasque ou Descaroçamento	16
6.6 Polimento	16
6.7 Calibragem e Selecção	16
6.8 Exportação do café	17
7. Processamento nas origens.....	17
7.1 Ilha do Fogo – Cabo Verde	17
7.2 Ermera – Timor-Leste	18
8. Caracterização física, química e sensorial do café verde e torrado	19
8.1 Café verde: Características.....	19
8.1.1 Granulometria.....	19
8.1.2 Imperfeições no café	20
8.1.3 Água.....	20
8.1.4 Cafeína.....	21
8.1.5 Trigonelina.....	21
8.1.6 Ácidos Fenólicos	22
8.1.7 Minerais.....	22
8.2 Café torrado: Características.....	22
8.2.1 Modificações físico-químicas ocorridas durante a torra	22

8.3	Análise sensorial: alguns conceitos	25
III.	Parte Experimental	27
1.	Enquadramento e objectivos do trabalho prático	27
2.	Material e Métodos	27
2.1	Material e sua preparação	27
2.1.1	Torra	27
2.1.2	Moenda dos grãos para a análise química	28
2.2	Caracterização Física do Café Verde	28
2.2.1	Massa de 100 grãos	28
2.2.2	Corpos estranhos e defeitos	29
2.2.3	Análise granulométrica – Crivagem manual	29
2.2.4	Determinação da Humidade - Perda de massa por secagem	30
2.2.5	Resíduo Mineral Total	31
2.3	Torra e modificações do grão	31
2.3.1	Aumento de volume	31
2.3.2	Perda de massa na torra	32
2.3.3	Avaliação da cor	32
2.4	Análise Química do Café Verde e Torrado e Bebida	32
2.4.1	Ácidos clorogénicos	32
2.4.2	Fenóis totais	35
2.4.3	pH	36
2.4.4	Acidez titulável	36
2.4.5	Sólidos solúveis	36
2.4.6	Cafeína e Trigonelina	37
2.5	Análise sensorial	38
2.6	Tratamento dos Dados	40
3.	Análise e Discussão dos Resultados	41
3.1	Caracterização Física do Café Verde	41
3.1.1	Massa de 100 grãos	41
3.1.2	Corpos estranhos e defeitos	42
3.1.3	Análise granulométrica – Crivagem manual	43
3.1.4	Determinação da Humidade - Perda de massa por secagem	44
3.1.5	Resíduo Mineral Total	46
3.2	Torra e modificação do grão	47
3.2.1	Torra das amostras: Aumento de Volume, Cor e pH da bebida	47
3.3	Análise Química ao Café Verde e Torrado	48
3.3.1	Ácidos clorogénicos – Café Verde	48
3.3.2	Fenóis totais – Café Verde	51
3.3.3	Acidez titulável e pH da infusão – Café Torrado	52
3.3.4	Sólidos solúveis – Café Torrado	54
3.3.5	Cafeína e Trigonelina – Café TORRADO	55
3.4	Análise sensorial	56
3.5	Estudo de Correlações	57
3.6	Análise em Componentes Principais	59
4.	Conclusões	61
IV.	Referências Bibliográficas	65
1.	Cibergrafia	71
2.	Figuras	71
V.	Anexos	72
	Anexo 1 – Estudos anexos ao trabalho	73
	Anexo 2 – Cromatografia HPLC	75
	Anexo 3 – Análise Sensorial	78
	Anexo 4 – ANOVA: Testes de Tukey	81
	Anexo 5 – Matriz de Correlações	86

Índice de Quadros

Quadro 1 – Comparação da composição do café verde e torrado (% matéria seca)	21
Quadro 2 - Quadro resumo e codificação das amostras estudadas	27
Quadro 3 - Condições de torra das amostras no torrador de leito fluidizado	28
Quadro 4 - Programa de gradiente de eluição para separação dos ácidos clorogénicos no café verde	33
Quadro 5 - Concentrações das curvas de calibração da cafeína e da trigonelina (mg /100 mL).....	38
Quadro 6 - Massa de 100 grãos das amostras.....	41
Quadro 7 - Análise de corpos estranhos e defeitos (Ximenes, 2010)	42
Quadro 8 - Análise de corpos estranhos e defeitos nas amostras de café do Fogo	42
Quadro 9 - Granulometria das amostras e conceitos associados.....	43
Quadro 10 - Teor de Humidade.....	44
Quadro 11 - % de Humidade das amostras de TL em 2010.....	45
Quadro 12 - Teor mineral total em % de Matéria Seca.....	46
Quadro 13 - Resumo do trabalho efectuado na Nandi	47
Quadro 14 - Valores obtidos para os Ácidos cafeoilquínicos em % de Matéria Seca ...	48
Quadro 15 - Valores obtidos para os Ácidos dicafeoilquínicos em % de Matéria Seca	49
Quadro 16 - Valores obtidos para os Ácidos feruloilquínicos em % de Matéria Seca ...	50
Quadro 17 - Teores totais de ácidos cafeoilquínicos (CQAtotal), dicafeoilquínicos (diCQAtotal), feruloilquínico (FQAtotal) e de ácidos clorogénicos (CGA total).....	51
Quadro 18 - Teor de Fenóis Totais.....	52
Quadro 19 - Valores de acidez titulável e pH da infusão	53
Quadro 20 - Teor de Sólidos Solúveis.....	54
Quadro 21 - Quantificação da cafeína e trigonelina (expressa em % massa seca)	55
Quadro 22 - Rendimento do Descasque	73
Quadro 23 - Valores de Acidez Titulável obtidos para amostra de café comercial.....	73
Quadro 24 - Valores de pH obtidos para a amostra comercial	74

Índice de Figuras

Figura 1 - Distribuição da produção mundial de café por regiões geográficas em 2008	5
Figura 2 - Consumo Mundial de Café entre 2000 e 2012 e previsão para 2020	5
Figura 3 - Representação esquemática do sistema radicular mais comum do cafeeiro	6
Figura 4 - Folha de cafeeiro <i>C. arábica</i> (7 - 8 cm de comprimento)	7
Figura 5 - Inflorescência (x 2) de <i>C. arábica</i>	7
Figura 6 - Flores do cafeeiro	8
Figura 7 - Diferentes estados de maturação do fruto	8
Figura 8 - A semente do cafeeiro	9
Figura 9 - Grãos de café do Brasil (à esquerda). Grãos de café do Hawai (à direita)	10
Figura 10 - Mapa da Ilha do Fogo	11
Figura 11 - Cafeeiro em Mosteiros	12
Figura 12 - Mapa do mundo, referindo a posição de Timor. Fonte: Comissão Interpaíses Brasil – Portugal & Países de Língua Oficial Portuguesa	12
Figura 13 – Secagem dos frutos em terreiro	17
Figura 14 - Café Coco	17
Figura 15 - Terreiro de secagem	17
Figura 16 – Diagrama de processamento do café na origem	18
Figura 17 - Armazenamento do Café verde comercial em Timor)	19
Figura 18 - Massa de 100 Grãos (g) para cada amostra	41
Figura 19 - Comparação da granulometria das amostras	43
Figura 20 - Teor de Humidade (%) nas amostras	45
Figura 21 - Resíduo Mineral Total (% Matéria Seca)	46
Figura 22 - Teor de Ácidos Clorogénicos nas amostras em estudo	51
Figura 23 - Teor de Fenóis Totais para cada Amostra	52
Figura 24 - Teor de acidez titulável e pH	53
Figura 25 – Teor de Sólidos Solúveis	54
Figura 26 - Teor de Cafeína e Trigonelina nas amostras	55
Figura 27 – Resultados médios da análise sensorial	57
Figura 28 - Projecção das análises executadas sobre o plano F1xF2 definido pelas duas componentes principais relativas ao estudo das amostras	59
Figura 29 - Projecção das amostras de café sobre o plano F1xF2 definido pelas duas componentes principais relativas ao estudo de caracterização físico-química	59
Figura 30 - Anova para aferição de diferença estatística nos valores da Acidez Titulável	73
Figura 31 - Anova para aferição de diferença estatística nos valores do pH	74

Figura 32 - Representação esquemática de um sistema de cromatografia líquida	75
Figura 33 - Curva padrão do 5-CQA a 330 nm	77
Figura 34 – Humidade (%)	81
Figura 35 - Massa de 100 Grãos	81
Figura 36 - Resíduo Mineral Total	81
Figura 37 - Fenóis totais	82
Figura 38– Acidez titulável	82
Figura 39– Sólidos Solúveis.....	82
Figura 40- pH.....	82
Figura 41 – 4-CQA.....	83
Figura 42 – 3-CQA.....	83
Figura 43 - 3,4-diCQA.....	84
Figura 44 - 3,5-diCQA.....	84
Figura 45 - 4,5-diCQA.....	84
Figura 46 - 3-FQA.....	85
Figura 47 - 5-FQA.....	85

Lista de Abreviaturas e Siglas

% - Percentagem

°C – Graus Celcius

3-CQA – ácido 3-cafeoilquínico

3-FQA – ácido 3-feruloilquínico

4-CQA – ácido 4-cafeoilquínico

4-FQA – ácido 4-feruloilquínico

5-CQA – ácido 5-cafeoilquínico

5-FQA – ácido 5-feruloilquínico

CGA – ácidos clorogénicos

ABIC - Associação Brasileira da Indústria do Café

ACP – Análise Componentes principais

ADQ - Análise Descritiva Quantitativa

AOAC - *Association of Official Analytical Chemists*

ASTM - American Society for Testing and Materials

ELSAA Cafés

g – grama

h – hora

HPLC - Cromatografia Líquida de Alta Eficácia

ICC - International Coffee Council

ICO - International Coffee Organization

ISO - International Organization for Standardization

mg - miligrama

min. – Minuto

mL – mililitro

mm – milímetro

NCBA - *National Cooperative Business Association*

NP – Norma Portuguesa

STAE - Secretariado Técnico Administrativo Eleitoral

TL – Timor-Leste

TSS - Teor de Sólidos Solúveis

µL - microlitro

µm – micrómetro

I. Enquadramento e objectivos do trabalho

Embora exista alguma informação sobre o Café de Timor-Leste (origens Maubisse e Ermera), nomeadamente ao nível de outros trabalhos, como é o caso do recentemente desenvolvido por Ximenes (2010), não existe qualquer estudo acerca do café de Cabo Verde (originário da Ilha do Fogo).

Em relação a este último, por ser um café ainda sem caracterização físico-química e de qualidade conhecida, surgiu a necessidade de se obter informação relativamente ao processo e produto.

O objectivo deste trabalho é fazer a análise física, química e sensorial do café da Ilha do Fogo, traçando o seu perfil e caracterização, para avaliar a sua aptidão comercial. Em adição, considerámos interessante compará-lo com outra origem bem conhecida em Portugal – Timor-Leste – para nos apercebermos das diferenças que poderiam existir entre as duas origens.

Aliado a este objectivo, surgiu ainda a necessidade de traçar o perfil químico do café de Timor, de modo a concluir o trabalho iniciado por Ximenes (2010), o que permite ter mais uma linha de comparação entre o café produzido em Timor-Leste e na Ilha do Fogo.

O material, as imagens e as informações expressas neste trabalho sobre a tecnologia pós-colheita do Café do Fogo (Cabo Verde) e de Timor-Leste foram fornecidos pelos engenheiros Henrique Fernandes e Marçal Ximenes, residentes naqueles países.

II. Revisão Bibliográfica - Noções gerais sobre o Café

1. História do Café

1.1 Origem e expansão do Café Árábica

O cafeeiro e o café estão muito envolvidos em histórias e lendas. Parece, contudo, que a planta do café Árábica será originária das regiões montanhosas do sul da Abissínia, localizadas em torno da região dos Grandes Lagos, em África (Hattox, 1985; Dicum *et al.*, 1999; Pendergrast, 1999; Ferrão, 2009). De facto, nesta zona, resistem ainda hoje cafeeiros no estado selvagem.

Segundo alguns autores, o cafeeiro terá sido introduzido na península arábica no século XIV-XV, em consequência do comércio de escravos, que utilizavam as sementes de café como estimulante para suportarem as deslocações desde o Sul do Sudão até à Arábia Saudita. Pensa-se que algumas dessas sementes aí possam ter germinado (Wrigley, 1988). No entanto, há quem defenda que os árabes tenham adquirido sementes na Etiópia e iniciado o respectivo cultivo, mais cedo, no século XI (Hattox, 1985; Wrigley, 1988).

A posterior proibição do consumo de bebidas alcoólicas pela religião maometana promoveu a utilização do café no mundo árabe (Hattox, 1985; Clarence-Smith, 2003). Curiosamente é nesse mesmo século que o café se espalha pelo mundo oriental a partir de Meca, atingindo Damasco e o Cairo (Sivetz *et al.*, 1979; Hattox, 1985; Clarence-Smith, 2003).

Foi em Meca que surgiu um grande mercado distribuidor de café, onde os árabes, para manterem este monopólio, apenas permitiam a saída de grãos previamente fervidos no país, o que não impediu, porém, que os holandeses iniciassem a cultura da planta nas suas colónias, nos finais do século XVII (Sivetz *et al.*, 1979). Inicialmente em Java, Sumatra, Ceilão e, posteriormente, nas Antilhas Holandesas (Dicum, 1999; Clarence-Smith, 2003).

A difusão da cultura do café Árábica na Ásia deveu-se aos árabes, no final do século XVII (Cardoso, 1994).

1.2 Lendas e Mitos

O café já teria sido referido no Antigo Testamento, sob forma de um guisado de uma “coisa vermelha” (Génesis 29-30) que Esaú pediu a seu pai Jacob para comer pois estava muito cansado.

Existem, ainda, as lendas sobre o aparecimento do café. Uma delas conta que a bebida foi criada pelo arcanjo Gabriel, a fim de restaurar as forças a Maomé, o qual após a ingerir, se tornou capaz de derrubar quarenta cavaleiros e conquistar igual número de damas (Smith, 1987; Pendergrast, 1999).

A referência que é, porém, talvez mais repetida, liga-se ao reconhecimento destas propriedades por um pastor etíope que notou grande excitação nos animais quando consumiam as folhas e os frutos do cafeeiro. Assim, os monges que viviam na região prepararam uma infusão com o fruto, passando a bebê-la assiduamente, uma vez que esta os mantinha despertos durante as longas noites de vigília e oração (Smith, 1987; Dicum *et al.*, 1999; Pendergrast, 1999; Ferrão, 2009).

1.3 Expansão do Café pelo Mundo

A história da “descoberta” do café e da sua evolução como bebida nunca foi cientificamente comprovada e assenta fundamentalmente em lendas (Correia, 1995), reveladoras apenas do modo como a bebida café foi descoberta e que se baseiam sobretudo nos efeitos produzidos pela bebida. Foi complicado o caminho que conduziu à obtenção da infusão, tal como actualmente se prepara (Smith, 1987); inicialmente o fruto do café terá sido consumido como alimento ou bebida e, terá sido acidentalmente que se chegou ao café torrado (Correia, 1990). A proliferação da cultura do cafeeiro, a partir do final do século XVII, resultou certamente do incremento do consumo da bebida de café Europa, a partir do final do século XVII (Smith, 1999).

No início do século XVIII, um cafeeiro, proveniente eventualmente de Java e plantado no Jardim Botânico de Amsterdão, originou mudas que foram posteriormente oferecidas aos principais jardins botânicos da Europa (Smith, 1987; Dicum *et al.*, 1999; Pendergrast, 1999). Esse cafeeiro terá propiciado o início da dispersão mundial da cultura do cafeeiro Arábica, efectuado pelos holandeses, franceses, portugueses e ingleses.

Em 1718, o cafeeiro foi introduzido pelos holandeses no Suriname, depois nas Filipinas (1740) e ainda no Hawai (1825).

Os portugueses, possivelmente a partir de um cafeeiro obtido no Suriname, iniciaram a sua cultura no Brasil (1727) e posteriormente em S. Tomé e Príncipe (1789) e Cabo Verde (1790) (Cardoso, 1994).

Os ingleses e espanhóis, durante os séculos XVIII e XIX, completaram o trabalho iniciado pelos Portugueses, tendo efectuado a dispersão do café Arábica no continente americano (Cardoso, 1994).

O incremento da cultura do café robusta no final do século XIX, deveu-se à necessidade de se dispor de plantas resistentes à ferrugem alaranjada (*Hemileia vastatrix*) do cafeeiro, a que o café arábica é susceptível. Desde essa altura, o café robusta tem sido utilizado em programas de melhoramento, sendo cultivado sobretudo nos países asiáticos e africanos em regiões climáticas desfavoráveis à cultura do Arábica.

1.4 O Café Chega à Europa

O café chegou à Europa pelas mãos dos mercadores venezianos em 1615, vindo da Arábia. Contudo, a disputa para surripiar alguns grãos ou plantas de café que garantissem a sua propagação foi ganha pelos holandeses, em 1616, que conseguiram fazê-los chegar à Holanda e cultivá-los em viveiros.

A princípio, o café era vendido principalmente por vendedores de limonada, acreditando-se que possuía propriedades medicinais. A abertura da primeira casa de café europeia, em Veneza, remonta a 1683. O famoso Caffé Florian abriu na Piazza San Marco em 1720 e ainda hoje permanece activo.

Em Portugal, apareceram os primeiros cafés públicos também durante o século XVIII. Inspirados nas tertúlias francesas do século XVII, tornaram-se espaços de animação cultural e artística. Surgiram então vários cafés em Lisboa, como o Martinho da Arcada, o Café Tavares, o Café Nicola e o Botequim Parras. Já no princípio do século XIX, abriram os famosos cafés Marrare fundados por António Marrare, negociante siciliano de vinhos engarrafados, licores e café: Marrare de S. Carlos, Marrare das Setes Portas, o Marrare do Cais do Sodré e o Marrare do Polimento, no Chiado. Tal como era referido na altura “Lisboa era Chiado, o Chiado era o Marrare e o Marrare ditava a lei”. Estes cafés públicos foram autênticas academias de moda e de pensamento (Correia, 1990).

2. Produção e consumo de Café

2.1 Produção Mundial de Café

O cultivo, processamento, transporte e comercialização do café empregam centenas de milhões de pessoas em todo o mundo.

O café é um dos mais valiosos produtos primários no comércio mundial, sendo o segundo mais valioso em termos monetários pois é apenas ultrapassado pelo petróleo.

A produção de café é crucial para a economia e política dos países em vias de desenvolvimento representando, para muitos deles, mais de metade do valor das suas exportações (International Coffee Organization – ICO, 2012).

Segundo a ICO, a produção mundial em 2011 terá atingido cerca de 7,8 milhões de toneladas, com o Brasil na liderança (com cerca de 33% da produção mundial), seguido depois pelo Vietname, Indonésia e Colômbia (Figura 1).

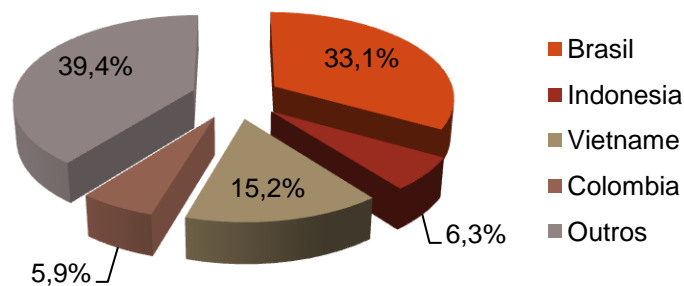


Figura 1 - Distribuição da produção mundial de café por regiões geográficas em 2008
 Fonte: ICO Anual Review, 2006/11 - <http://www.ico.org/prices/po.htm>

2.2 Consumo Mundial de Café

Segundo Santos et al, (2012) o consumo de café na última década (2000-2010) apresentou uma tendência de crescimento, com um decréscimo pontual em 2009 embora, se possa verificar a recuperação a partir de 2010 (Figura 2).

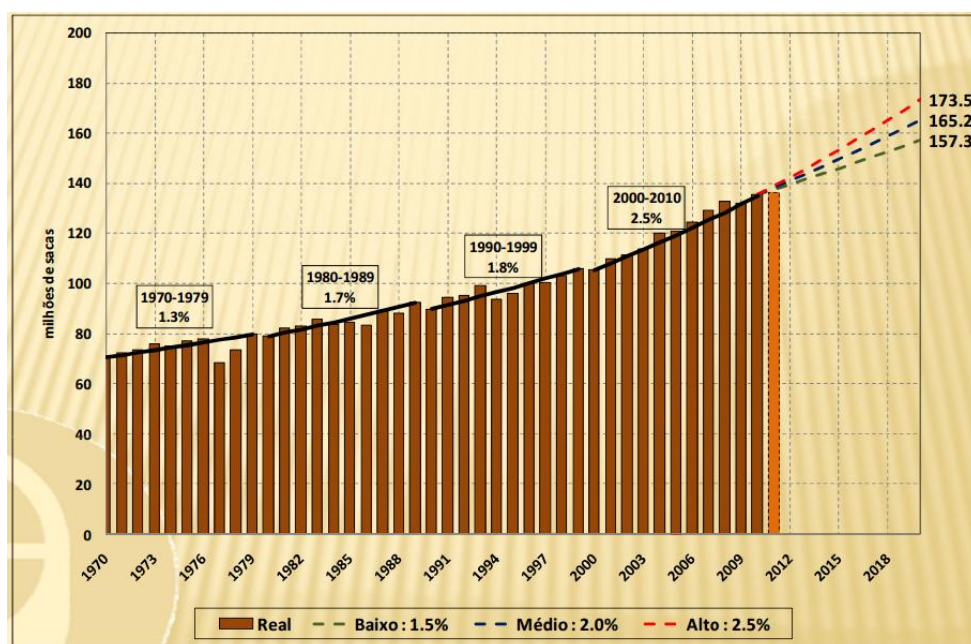


Figura 2 - Consumo Mundial de Café entre 2000 e 2012 e previsão para 2020.
 Fonte: Santos et al, (2012).

Prevê-se ainda, que esta tendência se mantenha pelo menos até 2020, quando se espera um consumo entre 150 a 170 milhões de sacas, como explica Santos (2012).

3. A planta do Café

3.1 Taxonomia

O cafeeiro pertence à família *Rubiaceae*, que tem cerca de 500 géneros e mais de 6000 espécies que podem ser agrupadas em quatro secções: *Eucoffea*, *Mascarocoffea*, *Argocoffea*, e *Paracoffea*. As três primeiras, originárias da África e a última da Índia, da Indochina, do Sri Lanka e da Malásia, compreendem a 24, 18, 11 e 13 espécies, respectivamente (Bicho, 2008; Ximenes, 2010).

Existem apenas quatro espécies de cafeeiro (*C. arabica*, *C. canephora*, *C. liberica* e *C. dewevrei* cv. Excelsa) que têm importância comercial (Carvajal, 1984).

C. arábica e *C. canephora* predominam no panorama da produção mundial (correspondendo a 99% da produção de café actual), enquanto as restantes são cultivadas pontualmente e em pequena extensão (Ramalho, 2002).

3.2 O sistema radicular do cafeeiro

O sistema radicular do cafeeiro (Figura 3) apresenta, em geral, uma raiz cónica curta e grossa, muitas vezes múltipla, terminando abruptamente, com um comprimento que vai de 50 a 60 cm abaixo da superfície do solo.

A partir do ápice desenvolvem-se raízes axiais e laterais. As primeiras garantem a fixação da planta e fornecimento de água. As laterais desenvolvem-se horizontalmente, logo abaixo da superfície do solo, até 30 cm de profundidade, atingindo um comprimento de 1-2 m; delas emergem as radículas absorventes de nutrientes e água (Onwueme e Sinha, 1991).

3.3 A parte aérea do cafeeiro

O cafeeiro é uma planta perene, com porte arbustivo lenhoso, recto e quase cilíndrico. O cafeeiro Arábica, que atinge no estado selvagem 8–10 m de altura apresenta usualmente um caule vertical, pela extremidade do qual a planta cresce em altura.

No início do desenvolvimento da planta, começam por nascer folhas nos primeiros nós do caule. Só depois surgem os ramos, que crescem na vertical (ramos ortogeotrópicos) e na horizontal (ramos plagiotrópicos). Estes apresentam inserção oposta, com emissão contínua

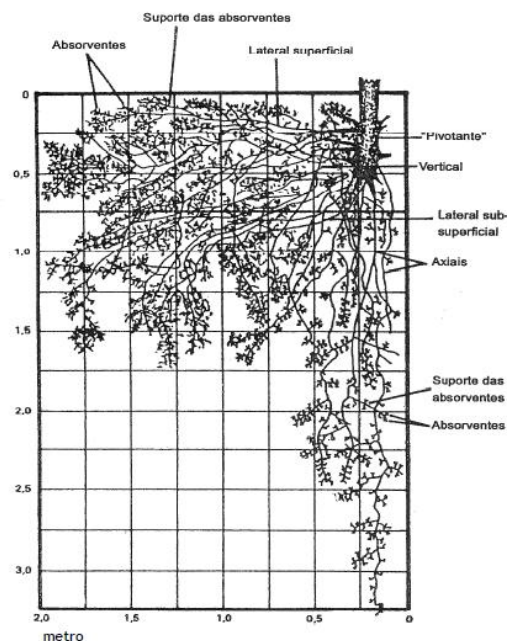


Figura 3 - Representação esquemática do sistema radicular mais comum do cafeeiro.
Fonte: Bicho, (2008).

de novas folhas e entrenós; a partir destes podem desenvolver-se ramos secundários e, subsequentemente, ramos terciários (Malavolta, 1986).

Os ramos laterais são os únicos que produzem flores e frutos, que aparecem nas axilas das folhas formadas no ano anterior. Nestes ramos laterais e nas axilas das folhas são formadas as gemas florais, que dão origem à floração e à frutificação.

As folhas (Figura 4) apresentam uma forma oval ou lanceolada, com ápices acuminados, cor verde-escuro brilhante, estípulas apiculares, aristadas ou, por vezes, agudas.



Figura 4 - Folha de caféiro *C. arabica* (7 - 8 cm de comprimento)
Fonte: Bicho, (2008).

3.4 As inflorescências do caféiro

As inflorescências (Figura 5) surgem a partir dos três a quatro anos, nas axilas das folhas dos ramos laterais, sobretudo dos ramos primários formados no ano anterior ou no ano corrente, respectivamente em *C. arabica* e *C. canephora*.



Figura 5 - Inflorescência (x 2) de *C. arabica*
Fonte: <http://www.pedecafe.com/post.asp?id=34>

Em cada nó são produzidos flores apenas uma única vez. O processo envolve várias fases: indução floral, evocação floral, diferenciação ou iniciação dos primórdios florais, desenvolvimento e abertura da flor (Bicho, 2008).

Os botões florais durante a fase de dormência são verdes. Porém, no decurso do crescimento, mudam gradualmente de verde para branco, podendo ser amarelados e rosá-claro (como em algumas selecções de *Coffea canephora*).

A flor é pedunculada (Figura 6) e apresenta um ovário biovulado que, após fecundação, origina duas sementes em cada fruto, com forma plano-convexa (elíptica ou oval), (Coste, 1992). Por vezes, ocorre apenas a fecundação de um dos dois óvulos, o qual ocupa todo o espaço do ovário, pelo que a semente adquire forma arredondada, dando origem ao grão moca (Coste, 1992; Cardoso, 1994).

O cálice é constituído por sépalas dispostas em coroa e a corola possui pétalas brancas e perfumadas (Figura 6) (Coste, 1992; Cardoso, 1994)



Figura 6 - Flores do cafeeiro
Fonte: <http://www.pedecafe.com/post.asp?id=34>

3.5 O fruto do cafeeiro

O fruto verde atinge o tamanho máximo nos 4-6 meses subsequentes à fecundação.

A maturação ocorre durante os dois, ou mais, meses seguintes (Coste, 1992), e a cor do fruto evolui de verde para vermelho (ou amarelo conforme a cultivar), durante a maturação (Figura 7).



Figura 7 - Diferentes estados de maturação do fruto.
Fonte: http://www.pedecafe.com/img/upload/13042011_Cafe-Maturacao.JPG

A época de maturação dos frutos é diversificada (desde precoce, média a tardia), mas em geral, o fruto alcança o seu tamanho definitivo cerca de 13 semanas após a fecundação e amadurece 6-9 ou 10-11 meses depois, respectivamente nos cafeeiros Arábica e Robusta.

O fruto maduro é constituído pelo pericarpo, onde se podem distinguir três camadas de tecidos: o epicarpo, o mesocarpo (polpa) e o endocarpo (camada celular com tonalidade amarela e acentuada dureza designada de pergaminho, que envolve cada semente) (Cardoso, 1994).

No cafeeiro Arábica, a polpa e o pergaminho separam-se muito facilmente, enquanto no cafeeiro Robusta são mais aderentes. Além disso, os frutos no cafeeiro Robusta podem permanecer nos ramos até secarem, enquanto no Arábica se desprendem após a

maturação. Estas diferenças devem ser tidas em conta durante a colheita e tecnologia pós-colheita (Cardoso, 1994).

3.6 A semente do cafeeiro

A semente é constituída pelo espermoderma (tegumento), o endosperma e o embrião.

O espermoderma (vulgarmente designado como “pele de prata”) é a camada externa da semente. Trata-se de uma película prateada, constituída por várias camadas de células fibrosas translúcidas e de parede fina (Figura 8).

No seu interior localiza-se o endosperma e o embrião. O endosperma é um tecido coriáceo, com uma tonalidade que oscila entre o verde e o amarelo, que tem na sua composição amido, hemiceluloses, gordura, açúcares, alcalóides e outras substâncias precursoras de aroma da bebida. O embrião (Figura 8) está envolvido pelo endosperma, medindo 2-5 mm de comprimento, sendo constituído por um hipocótilo cilíndrico e dois cotilédones sobrepostos (Cardoso, 1994).

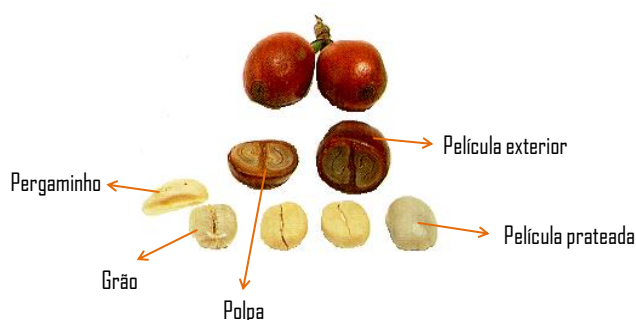


Figura 8 - A semente do cafeeiro.
Fonte: Ribolhos (2010).

Durante a germinação, o hipocótilo cresce e levanta os cotilédones, envoltos no pergaminho, (estágio de soldadinho de chumbo), que mais tarde se desintegram, dando origem a cotilédones verdes que se expandem (estágio de borboleta ou orelha da onça). Entre estes desenvolve-se depois, a plúmula, a partir da qual se forma o caule e as primeiras folhas características (Cardoso, 1994).

Dentro de cada fruto formam-se dois grãos de café, salvo exceções em que se forma só um, dando origem ao grão moca. Este é mais arredondado, uma vez que teve o espaço completo dentro do fruto para se desenvolver (Viani, 1986; Smith, 1989; Onwueme e Sinha, 1991; Coste, 1992; Ramalho, 2002).

O tamanho e a forma dos grãos (Figura 9) dependem da variedade, das condições ambientais e das práticas culturais. Em média, têm uma massa que oscila entre 0,15 e 0,20 g, cerca de 10 mm de comprimento, 6-7 mm de largura e 3-4 mm de espessura (Coste, 1992). A cor pode variar entre azul-esverdeada (*C. arábica*) e amarelo pálido (*C. canephora*) (Coste, 1992) (Figura 9).



Figura 9 - Grãos de café do Brasil (à esquerda). Grãos de café do Hawai (à direita).
Fonte: Bicho (2008).

4. Espécies do Café

4.1 Café Arábica (*Coffea arabica* L.)

O Café Arábica foi descrito pela primeira vez por Leonardo Rauwolf em 1550, mas só em 1737 é que Lineu o designou de *Coffea arabica* (Ferrão, 2009).

Esta espécie, nas suas variedades e formas cultivadas, dá origem a cerca de 65-70% da produção mundial dos cafés comerciais. É originária das zonas montanhosas e terras altas da Abissínia, (mais de 1000 metros de altitude), onde cresce em estado semi-silvestre nos estratos inferiores da floresta (Cardoso, 1994; Ferrão, 2009).

As variedades mais conhecidas são Typica e Bourbon, mas, a partir delas, desenvolveram-se muitas linhagens e cultivares, tais como Caturra (Brasil, Colômbia), Mundo Novo (Brasil), Tico (América Central), San Ramon e Blue Mountain (Jamaica).

O cafeeiro Arábica em estado selvagem pode atingir 8-10 metros de altura (alturas inferiores em cultura) e os ramos são compridos, flexíveis e pendentes. Possui folhas ovaladas verde-escuras, sendo geneticamente diferente de outras espécies de café, pois tem quatro conjuntos de cromossomas em vez de dois, sendo alotetraplóide (44 cromossomas) autogâmico (auto-fértil) (Ferrão, 2009).

A bebida de café Arábica é muito perfumada, doce, ligeiramente ácida e frequentemente achocolatada, com um creme cor de avelã claro, tendendo para o avermelhado e um agradável toque amargo (Ximenes, 2010).

O cafeeiro Arábica pode sofrer ataques frequentes de pragas e doenças; daí a sua resistência ser um objectivo importante dos programas de reprodução vegetativa. Este é uma das principais preocupações dos produtores de café e por isso, contam com o auxílio do Centro de Ferrugens do Cafeeiro, situado em Oeiras, o qual é responsável pela investigação de doenças (especializados no estudo da Ferrugem do Café) do cafeeiro de todo o mundo.

O seu cultivo faz-se em toda a América Latina, na África central e oriental, na Índia e até certo ponto, na Indonésia e Timor-Leste.

4.2 Café Robusta (*Coffea canephora*, L.)

Espécie originária e produzida na África Ocidental tropical é actualmente produzido também no sudeste Asiático e no Brasil, onde é conhecido como variedade Conillon.

Pensa-se que tem vindo a ser utilizado desde tempos muito antigos pelas populações locais. No entanto, foi apenas no início do século XIX que lhe foi reconhecido o interesse comercial, tendo-se apenas afirmado como cafeeiro importante no contexto internacional após a Segunda Grande Guerra.

Em relação aos frutos, estes são arredondados e levam até 11 meses para amadurecer; as sementes são de formato ovalado e de dimensão inferior às de *Coffea arabica*.

5. As origens do Café em estudo

5.1 O café na Ilha do Fogo (Cabo Verde)

a) Localização geográfica

Actualmente, a ilha do Fogo está administrativamente dividida em três concelhos: São Filipe, Mosteiros e Santa Catarina, sendo este ultimo o mais recente.

A Cidade de São Filipe foi durante muitos anos centro administrativo da ilha e é uma cidade histórica e bem estruturada, que cresceu a bom ritmo social e económico.

Depois da independência nacional, foi criado na ilha do Fogo o Concelho de Mosteiros, com a sua própria diversidade e identidade, onde se produz o famoso café do Fogo, o qual é objectivo de estudo nesta investigação.

O concelho de Mosteiros localiza-se a norte da Ilha do Fogo (Figura 10), ocupando uma área montanhosa de terras férteis e diversos microclimas, onde predomina a única floresta da ilha, a Floresta de Monte Velha. Estende-se por uma área de 85 km², representando cerca de 17% da ilha e 2% do território nacional, sendo também composto por lavas vulcânicas, resultado das erupções de 1951.

O concelho dos Mosteiros é um município essencialmente agrícola e por isso, cerca de 96% da população dos Mosteiros vive no meio rural.



Figura 10 - Mapa da Ilha do Fogo.
Fonte: http://caboverdeorisandra.no.comunidades.net/imagens/fogo_01.gif.

A produção do café está confinada às regiões mais húmidas (Figura 11) entre os 1000 e os 1500 metros de altitude, regiões essas que são de difícil acesso.



Figura 11 - Cafeeiro em Mosteiros
Fonte: Fernandes, (2012).

Não se sabe ao certo qual a área de cultivo do café e quantidade de produção anual, mas pensa-se ser uma produção nunca inferior de 30 a 35 toneladas por ano (Fundação Procafé, 2012)

Em relação à área de cultivo, esta estende-se por 120 a 150 hectares, segundo o Director Municipal de Mosteiros (Março de 2001).

5.2 O café em Timor-Leste

Timor-Leste situa-se no arquipélago da Insulíndia, na Oceânia (Figura 12). É a maior e mais oriental das pequenas Sonda, estando rodeada por diversas ilhas, como Roti, Savo, Lomblem Pantar, Alor e Wétar.

A sua área total é de cerca de 32 350 km². O seu nome, de origem malaia, significa "Oriente", diferenciando-se dos ilhéus mais a leste pela designação de Timor Besar (Oriente Grande) (Ximenes, 2010).

Timor-Leste é actualmente, uma nova nação soberana e independente desde 2002, depois de ter sido colonizado por Portugal durante mais de 450 anos e após a ocupação brutal da Indonésia durante 24 anos.



Figura 12 - Mapa do mundo, referindo a posição de Timor.
Fonte: Comissão Interpaíses Brasil – Portugal & Países de Língua Oficial Portuguesa –
http://www.cipplop.org/site/Contents/Img/paises/mapa_timor.gif.

Segundo o Secretariado Técnico Administrativo Eleitoral (STAE) de Timor-Leste, a população actual do país é de cerca 1 200 000 habitantes, dos quais 73% se distribuem principalmente na zona rural e 23% na zona urbana, nomeadamente na cidade de Díli com cerca de 270 000 habitantes.

A maioria da população é jovem (cerca de 60%) e o crescimento populacional é muito alto, cerca de 2,6% por ano. A densidade populacional é de 75 habitantes/km².

Em relação ao clima de TL, este é quente e húmido, do tipo intertropical com monções, e com distinção clara entre estações secas e chuvosas (Ximenes, 2010).

O terreno é maioritariamente constituído por zonas de colinas e montanhas com elevações muito acidentadas. Os pontos mais baixos (0 metros) são o Mar de Timor, o Mar de Savo e o Mar de Banda. Depois, com 2 993 metros de altitude, podemos encontrar o Monte Ramelau, o ponto mais alto de TL (Ximenes, 2010).

Segundo Ximenes (2010), em relação ao clima verifica-se de um modo geral, que a distribuição das chuvas ao longo do ano se caracteriza por um máximo absoluto entre Dezembro e Fevereiro e um mínimo absoluto entre Agosto e Outubro. Normalmente, apenas os meses de Setembro e Outubro apresentam períodos secos.

Em adição, e tendo em consideração o exame das isoteias anuais, sobressai a influência da altitude na precipitação, notando-se um aumento da precipitação do litoral para o interior, bem como pela posição que a ilha ocupa em relação ao continente australiano e ao arquipélago indonésio (Ximenes, 2010).

a) O distrito de Ermera

Ermera é um dos 13 distritos administrativos de Timor-Leste, sendo povoado por 103 169 habitantes (Censo de 2004) numa extensão de 746 km².

Situa-se numa vasta área montanhosa de altitude entre 700 e 2000 metros, sendo que esta geografia e ecologia proporcionam condições óptimas para o cultivo de café Arábica a altas altitudes, nomeadamente acima de 700 metros de altitude.

Nesta região, os grãos de café por terem uma fase de crescimento e maturação mais prolongada, apresentam óptimas características organolépticas e, se bem processados, podem originar um café de excelente qualidade, (Ximenes, 2010).

As principais espécies de café cultivadas nesta região são café Arábica e em menor escala o Híbrido de Timor (resultado de uma variedade de café Arábica – *Typica*). O café Arábica corresponde cerca de 80% da área total e produz-se em altitudes compreendidas entre os 1000 e 1700 metros, com precipitação compreendida entre 1300 e 2500 mm e temperaturas anuais situadas entre os 18 e 24 °C.

Efectivamente, Ermera reúne todas as características necessárias para a produção de café Arábica, possuindo ainda, de acordo com a carta dos solos de Timor (Gonçalves,

1976), solos aptos para o cultivo de café. Esta classificação deve-se ao facto de: serem de espessura reduzida, terem uma textura argilo-limosa, estarem isentos de cloretos, carbonatos e ainda acumularem matéria orgânica na primeira camada.

Segundo Gonçalves (1976), julga-se que a fertilidade dos solos do distrito de Ermera para as zonas cafeeícolas depende fundamentalmente da sombra, efectuada em geral com leguminosas e do estrato herbáceo inferior, pela sua acção no enriquecimento do solo em matéria orgânica. De acordo com o mesmo autor esta prática é absolutamente necessária, na medida em que constitui um dos factores primordiais na conservação do solo e do ecossistema.

6. Processamento do Café: da Cereja ao Grão - Tecnologias e processamento

6.1 Colheita

O processamento inicia-se normalmente com a colheita, que é geralmente executada à mão, por vezes com a ajuda de uma espécie de pente que vai movimentar os ramos até fazer cair os frutos no chão, que depois vão ser recolhidos.

A colheita é uma operação muito importante, tendo em conta a influência que detém no custo total da produção, uma vez que envolve mais de 50% de toda a mão-de-obra empregue anualmente na cultura e na qualidade de café, já que a época e o modo da sua execução constitui a base para obtenção de uma boa matéria-prima. Em adição, é necessário considerar-se a heterogeneidade do grau de maturação dos frutos, porque é uma das principais dificuldades a ser superada para realização de uma boa colheita do café, como refere Ximenes (2010).

Após a colheita efectua-se, muitas vezes, uma selecção dos frutos, que tem como objectivo eliminar os corpos estranhos que possam existir (folhas, restos de madeira, pedras, areia e alguns grãos podres ou verdes). Posteriormente, existem dois processos para separar o grão da cereja: Via Húmida e Via Seca (Correia, 1990). O primeiro método conduz a cafés despulpados e o segundo aos designados de terreiro (Embrapa, 2000).

Existem então diversas etapas a considerar entre a colheita e o benefício que conduz à obtenção do café verde.

6.2 Tecnologia por Via Húmida

A principal característica deste método consiste no facto da polpa ser extraída logo após a colheita das cerejas, num conjunto de operações onde a água é o principal interveniente.

Na primeira etapa, são separadas, por imersão do material colhido em água, impurezas e as cerejas mais leves (“café bóia”) das pesadas (cerejas maduras).

Depois, dá-se o despulpamento. A polpa deve ser removida o mais rapidamente possível após a colheita (idealmente após 12h), numa máquina de descaroçamento que esmaga a cereja, quer sobre uma superfície em movimento quer sobre uma estática, (Correia, 1990).

A fase que se segue, designa-se por fermentação. Os grãos são armazenados em tanques de fermentação por um período de 12 a 36 horas e assim consegue separar-se a mucilagem viscosa que envolve o pergaminho. Deste modo, quando este processo estiver completo, a substância pergaminácea do grão deixa de ser viscosa e passa a ser rugosa ao toque.

Esta operação deve ser alvo de um controlo de qualidade apertado de forma a evitar o desenvolvimento de grãos podres. Basta que apenas um grão apodreça para que todo o fornecimento de café esteja não conforme. Desta forma, as instalações devem ser limpas diariamente para garantir que não restam quaisquer resíduos susceptíveis de afectar a colheita seguinte.

A mucilagem é destacada por completo durante a lavagem, que se segue à fermentação. Os grãos continuam no interior do seu invólucro pergaminhoso, e, posteriormente para que os grãos sejam armazenados em condições estáveis, o café pergaminho terá de ser seco, até atingir valores próximos de 12% de humidade.

A secagem pode ser feita ao sol, decorrendo entre 12 a 15 dias. Os grãos são espalhados sobre superfícies diversas (como cimento, tijoleira ou, mesmo, terra batida) ou em grandes tabuleiros de secagem, sendo revolidos com regularidade, para assegurar uma secagem uniforme.

É, de facto, muito importante que a matéria pergaminácea não abra fendas e, se os raios solares forem demasiado intensos, há necessidade de cobrir os grãos.

Nesta fase, o processo encontra-se concluído e os grãos designam-se de "café pergaminho". O ideal será permanecerem sob esta forma até serem beneficiados.

6.3 Tecnologia por Via Seca

Segundo Correia (1990), este método de processamento de café é o mais tradicional, simples e menos dispendioso. As cerejas são secas geralmente em terreiros, com o revolvimento frequente de forma a evitar a ocorrência de fermentação. No caso de descidas de temperatura ou de chuva, as cerejas têm de ser cobertas para sua protecção.

Decorridas quatro semanas, quando o teor de humidade de todas as cerejas ficar reduzido a cerca de 12%, os frutos encontram-se secos. Nesta fase, a casca do fruto terá adquirido um tom castanho-escuro e encontra-se estaladiça, o que permite ouvir, quando agitados, os grãos a chocalhar no interior dos frutos secos; é o chamado "café coco". Este processo exige mais perícia e experiência do que à primeira vista possa parecer uma vez

que, se os grãos ficarem excessivamente secos, haverá uma maior propensão para se danificarem durante, o descasque (que ocorre durante o benefício). Por outro lado, se os grãos não ficarem suficientemente secos, tornam-se mais susceptíveis de serem atacados por microrganismos).

Após esta fase, o café coco é armazenado em silos durante algum tempo, continuando a perder humidade, até ser beneficiado.

6.4 Benefício

O benefício é uma operação pós-colheita que transforma o fruto seco (café coco) ou despulpado (café pergaminho) em grãos de café, que passa a ser denominado de café beneficiado ou café verde.

O benefício deve ser feito, preferencialmente, pouco tempo antes da comercialização do produto para que este possa manter as suas características originais.

O benefício envolve as operações de limpeza e separação de impurezas, descasque e polimento, calibragem de forma e tamanho, escolha de defeitos e classificação.

6.5 Descasque ou Descaroçamento

Pouco antes de ser exportado, o café é descaroçado, o que significa a remoção do pergaminho ou da parte da cereja seca que não é grão. Obtém-se, assim, o café verde.

6.6 Polimento

Nesta operação, qualquer casca prateada, que tenha ficado agarrada aos grãos depois do descaroçamento, será removida através do polimento.

Tradicionalmente, os grãos polidos eram considerados superiores aos não polidos, mas, na realidade a diferença no produto acabado é muito pequena.

6.7 Calibragem e Selecção

A selecção dos grãos de café inicia-se com a calibragem de acordo com o seu tamanho seguindo-se o critério da densidade. Todos os grãos de café devem apresentar um tamanho bastante uniforme e proporções similares - são planos numa das superfícies, semi-ovais na outra e mais compridos que largos. Todavia, registam-se duas excepções. Estas, prendem-se com os grãos moca, com um formato mais arredondado e com o grão elefante ou *maragogype*, mais comprido. Ambos os grãos representativos destas excepções são comercializados a preços elevados.

A fase seguinte é a da selecção dos grãos. O objectivo consiste em remover os grãos podres, negros, azedos e descoloridos, assim como qualquer grão excessivamente fermentado ou por descaroçar. Regra geral, esta operação é feita a olho quando os grãos são transportados num tapete rolante.

6.8 Exportação do café

Até se encontrarem preparados para a venda e exportação, os grãos são mantidos e transportados sob a forma de pergaminho ou coco.

Não obstante o volume e, conseqüentemente o custo de transporte e de armazenamento aumentarem, os grãos ficam assim, mais protegidos. Praticamente a totalidade do café verde é embalada em sacas de juta ou sisal contendo 60 quilos.

Durante o transporte, o café é, por vezes, assolado por pestes e humidade que implicam uma análise posterior do produto. Uma vez chegado ao destino, o café é acondicionado num novo armazém ou é enviado directamente para a torrefacção. O café verde é relativamente estável e, se for armazenado de forma correcta, durará muitos anos.

7. Processamento nas origens

7.1 Ilha do Fogo – Cabo Verde

No concelho de Mosteiros, a colheita é executada sem qualquer critério de homogeneidade, o que significa que são colhidos todos os frutos simultaneamente sendo assim obtida uma colheita com diversos estados de maturação (de notar na Figura 13, as diferentes cores).

Em relação ao tipo de tecnologia utilizada, esta é a via seca, tradicionalmente utilizada na região, ou seja, após a colheita, os frutos são logo dispostos a secar directamente ao sol, sem sofrerem lavagem.

O processo de secagem alonga-se durante duas semanas e meia, em pavimentos de cimento, como mostra a Figura 14, ou geralmente em cima das casas e é executado um remeximento repetido três vezes durante o período total de secagem.

Findado este tempo, os frutos secos (Figura 15) são beneficiados. No entanto, e por falta de equipamento, ou uso de equipamentos obsoletos, a primeira fase do benefício (descasque) é toda executada à mão, com auxílio de pilões caseiros.



Figura 13 – Secagem dos frutos em terreiro.
Fonte: Foto de Henrique Fernandes, (2012).



Figura 14 - Terreiro de secagem
Fonte: Foto de Henrique Fernandes, (2012).



Figura 15 - Café Coco
Fonte: Foto de Henrique Fernandes, (2012).

7.2 Ermera – Timor-Leste

Em Ermera, a maturação de cerejas ocorre de uma forma heterogénea, mas a colheita é feita em função do grau de maturação, o que implica que a colheita tenha que ser feita com frequência, orientada sobretudo para os frutos maduros, evitando assim não só os verdes, mas também os que se encontram no chão, (Ximenes, 2010).

Em relação ao processamento tecnológico realizado, usa-se a via húmida na sua versão mais completa, em que se compreendem as fases descritas na Figura 16.

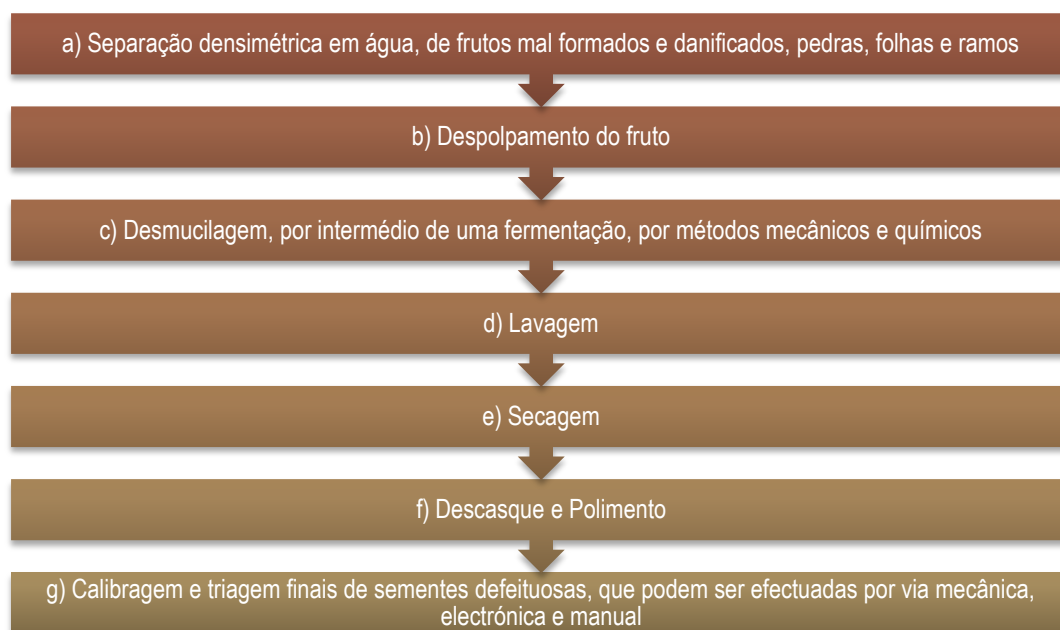


Figura 16 – Diagrama de processamento do café na origem

a) Embalagem e rotulagem do café verde

O café beneficiado, normalmente com teor de humidade em torno de 11 a 12%, é acondicionado em sacos de juta de 60 kg que são guardados em armazéns limpos e bem ventilados (Ximenes, 2010). Os lotes de café são empilhados separadamente, segundo a sua origem. O café Ermera processado tanto pela *National Cooperative Business Association* (NCBA) como pela ELSAA Cafés, é embalado, segundo categorias de qualidades padronizadas em sacos identificados com o tipo, classe de café (arábica, classes, processamento) e país produtor (Figura 17).

b) Certificação, comercialização do café e exportação

Como referiu Ximenes (2010), a certificação é o processo de verificação da conformidade da produção de acordo com normas e padrões técnicos pré-estabelecidos, sejam eles privados ou baseados nas legislações dos países.



Figura 17 - Armazenamento do Café verde comercial em Timor.
Fonte: Ximenes, (2010)

Em Timor-Leste, o governo emitiu, em 2009, o Diploma Ministerial 1/2009, uma legislação sobre a certificação e comercialização do café, sem o qual as empresas tinham apenas como guia os seus critérios de acordo com normas e padrões internacionais.

Após a certificação, o café ensacado segue para o enchimento de contentores, devidamente limpos e desinfectados, rumo a países importadores, principalmente os Estados Unidos da América, países da Europa, Austrália e Japão.

8. Caracterização física, química e sensorial do café verde e torrado

A composição química do café verde é influenciada por diversos factores, tais como as características genéticas, condições edafo-climáticas, condições culturais e tecnologia pós-colheita (Marques, 2011). Assim, é muito importante saber os parâmetros que afectam a estabilidade e longevidade do café verde ou torrado, sejam eles físicos ou químicos.

8.1 Café verde: Características

8.1.1 Granulometria

O tamanho do grão é muito variável e depende em primeiro lugar da origem botânica do cafeeiro.

Os grãos de café Arábica são geralmente mais volumosos e tipicamente mais compridos que os da Robusta constituindo assim a relação comprimento e largura um índice de caracterização importante destes cafés.

Embora o tamanho do grão seja uma característica individual hereditária e facilmente transmissível, é fortemente influenciado por diversos factores externos, como as condições climáticas, a altitude, a humidade do solo, colheita e a idade da planta. Analogicamente uma seca brusca e acentuada durante o período de formação do fruto pode impedir que as sementes atinjam o seu volume normal.

De facto, o tamanho do grão é bastante importante, na medida em que a falta de uniformidade da granulometria aquando da torra com as mesmas condições, poderá dar origem a grãos torrados de modo heterogéneo. E parece que a qualidade da bebida, em particular o aroma, está correlacionada com a percentagem de aumento volumétrico na torra, que deverá então ser o mais homogénea possível (Ximenes, 2010).

8.1.2 Imperfeições no café

Consideram-se imperfeitos, todos os grãos que apresentam características distintas das consideradas normais, como é o caso dos grãos secos, brocados, fermentados, com pergaminho, acastanhados, mal formados, *quackers*, cocos, danificados ou esmagados pelos equipamentos e partidos (ISO 10470:2004).

A presença de grãos imperfeitos num lote de café desfavorece proporcionalmente a sua apresentação e deprecia as propriedades organolépticas da bebida.

Os diversos países, tanto exportadores como importadores estabeleceram disposições legislativas mais ou menos minuciosas para ter em conta a desvalorização do produto motivada pela presença de grãos defeituosos. O sistema que parece mais justo é aquele que atende simultaneamente a proporção de sementes imperfeitas e a natureza e grau do defeito.

Os regulamentos adoptados pelos diversos países incluindo Portugal, estabelecem que a conversão em número de defeitos deve ser feita tendo em conta o número de grãos imperfeitos presentes numa amostra de 300 gramas (NP-1521, 1985), que é equivalente à norma ISO-4149 (1980). Este sistema tem contudo, o inconveniente de atribuir a mesma classificação a cafés com igual número de grãos imperfeitos mas com massas diferentes, o que prejudica os lotes de grãos mais pequenos e favorece os de grão mais graúdo, (Soares, 1969).

Quando uma origem, como é o caso da Ilha do Fogo, ainda não tiver adoptado um sistema de classificação de defeitos, deve-se utilizar um que seja internacional – como é o caso da ISO 10470:2004. No entanto, e por se tratar de um estudo comparativo, irá utilizar-se o mesmo que foi usado para TL (NP-1521, 1985; Ximenes, 2010).

A qualidade do café está diretamente relacionada com suas propriedades organolépticas. Um fator que se vem mostrando de grande e fundamental importância na classificação e caracterização do café, é a identificação da sua composição química mais detalhada.

8.1.3 Água

Para Poisson (1979), o teor de água do café verde varia muito de amostra para amostra e depende principalmente do tipo de tratamento a que é submetido, bem como das condições de armazenamento. A água é um dos constituintes mais importantes do grão de café e, independentemente da forma como seja preparado, por via seca, via húmida ou qualquer outro tipo de tecnologia, tem de ser seco de modo a que os valores de humidade não excedam os 12%. O café deve ser mantido em locais onde não haja aumento da humidade pois, sabe-se que para valores superiores ao referido, a sanidade dos grãos é

posta em causa, visto o café se tornar mais susceptível a ataques por microrganismos, nomeadamente bolores e insectos, assim como também se torna mais propenso a alterações de ordem química o que se reflectirá no *flavour* do produto final (Correia 1990; Ferrão 2009).

8.1.4 Cafeína

A cafeína é o componente do café mais conhecido, devido às suas propriedades fisiológicas e farmacológicas. Foi em 1920, a primeira substância a ser descoberta no café e é também a mais estudada, (Rossetti, 2007). É a cafeína (1,3,7-trimetilxantina) que o café deve as suas propriedades estimulantes.

No grão de café, a cafeína encontra-se maioritariamente combinada, formando compostos relativamente complexos. Keller (1972) verificou que o teor de cafeína é mais elevado nos frutos verdes (0,9 a 1,2% na massa seca) e que baixa posteriormente para valores de 1,0%, valores semelhantes aos referidos por Smith (1989) como se indica no Quadro 1.

Quadro 1 – Comparação da composição do café verde e torrado (% matéria seca)

Constituinte	Café Arábica Verde	Café Arábica Torrado
Minerais	3,0 – 4,2	3,5 – 4,5
Cafeína	0,9 – 1,2	≈ 1,0
Trigonelina	1,0 – 1,2	0,5 – 1,0
Lípidos	12,0 – 18,0	14,5 – 20,0
Ácidos Clorogénicos	5,5 – 8,0	1,2 – 2,3
Ácidos Alifáticos	1,5 – 2,0	1,0 – 1,5
Proteína	11,0 – 13,0	13,0 – 15,0

Fonte: Smith, 1989.

O teor de cafeína, bem como o seu efeito estimulante, depende da espécie, variedade e condições da cultura.

8.1.5 Trigonelina

A trigonelina (metilbetaína do ácido nocotínico) faz parte da composição do grão de café e actua no organismo de uma forma semelhante à cafeína, embora de uma forma mais atenuada.

Segundo Yeransian (1963), o café arábica apresenta cerca de 1% de trigonelina enquanto o café robusta tem 0,75%. No entanto, este composto é encontrado em maior quantidade no café verde, independentemente da variedade (Quadro 1) (Marques, 2011).

A trigonelina apresenta uma actividade fisiológica baixa, actua fundamentalmente a nível do sistema nervoso central e dos intestinos.

Reconhece-se que a trigonelina tem pouca influência na qualidade final da bebida, na medida em que transmite ao café um sabor menos amargo que a cafeína. Contudo, os produtos que se formam devido à sua degradação têm importância na qualidade da bebida (Correia, 1990; Ferrão, 2009).

8.1.6 Ácidos Fenólicos

Os ácidos clorogénicos, que existem essencialmente sobre a forma de dépsidos (ésteres do ácido quínico) são muito importantes (Correia, 1990). Os ésteres dos ácidos clorogénicos desempenham um papel na qualidade do café verde, torrado, extractos de café e bebida, para a qual passam nas suas formas solúveis. O café arábica possui 5-8% de ácidos clorogénicos enquanto o café robusta possui 7-10% (Ferrão, 2009).

Os ácidos clorogénicos estão presentes em todos os vegetais e a condensação, por efeitos das polifenoloxidasas, dá origem a compostos castanhos, através da oxidação e formação de respectivas o-quinonas, que se combinam com proteínas nos tecidos celulares. Poisson (1979) referiram que a presença de ácidos clorogénicos e da polifenoloxidase, no grão de café, assim como a sua correlação com a cor do grão, podia ser apontada como um parâmetro importante para a qualidade do produto (Correia, 1990; Ferrão, 2009).

8.1.7 Minerais

O teor de minerais do café verde ronda os 4,0% relativos à matéria seca. O potássio é o elemento maioritário com 40% do total (Peralta, 1973; Clarke, 1987). O cálcio e o magnésio encontram-se em teores semelhantes entre si, mas inferiores aos do potássio, assim como o fósforo e o enxofre.

Todavia, torna-se evidente que os cafés tratados por via seca são mais ricos em minerais do que os tratados por via húmida, independentemente da sua origem botânica e geográfica (Correia, 1990). De facto, a riqueza do terreno em minerais assimiláveis, as fertilizações e algumas práticas culturais podem induzir modificações, tanto qualitativas como quantitativas, na composição mineral do grão de café (Correia, 1990; Ferrão, 2009).

8.2 Café torrado: Características

8.2.1 Modificações físico-químicas ocorridas durante a torra

A torra é essencial porque sem ela e sem as transformações químicas que ocorrem, o aroma do café, tal como o conhecemos, não poderia ser apreciado pelo consumidor.

O processo de torrefacção pode ser dividido em três fases: 1ª - É a de maior duração e é onde se vai aquecer o grão e iniciar a evaporação da água contida no produto. 2ª - Tem uma duração inferior à primeira e aqui acentua-se a desidratação com a inerente perda de massa, aumento do volume e escurecimento do grão. 3ª - É ligeiramente mais curta que a

segunda, acentuam-se as transformações físicas, ocorrem as transformações químicas mais importantes e a extração da humidade atinge o seu limite máximo (Ribolhos, 2010).

A torra é um processo que depende de facto do tempo e da temperatura e que induz consideráveis alterações físicas e químicas à estrutura do grão de café.

O *flavour* do café torrado é uma mistura complexa de substâncias voláteis e não voláteis, umas provenientes do café verde que permaneceram inalteráveis com a torra, outras que resultaram de transformações nos constituintes do café verde devido às altas temperaturas de torra (Ferrão, 2009).

a) Cor

A alteração física mais evidente é o acastanhamento do grão. Este passa de esverdeado/amarelado, no caso do café Arábica para castanho-escuro ou mesmo negro, à medida que decorre a torra, devido à caramelização dos açúcares e outras modificações que ocorrem durante as reacções de Maillard, particularmente perceptíveis acima dos 120 °C, de acordo com Marques (2011).

A cor do café torrado é um índice usado no controlo da qualidade do produto final e serve de referência para o ponto óptimo de torra, pois traduz a intensidade das modificações que ocorrem no grão (Correia, 1990; Ferrão, 2009).

b) Aumento do volume do grão

O aumento do volume do grão é provocado pela pressão dos gases produzidos no seu interior, principalmente devido ao vapor de água, dióxido e monóxido de carbono, cuja expansão conduz à libertação de tensões adquiridas durante a formação ou crescimento do grão. Este aumento de volume começa a manifestar-se quando a temperatura de torra atinge os 150 °C.

O café arábica aumenta volume em cerca de 80 a 100%, como explicam Illy *et al.*, (1998) e Ferrão, (2009).

c) Perda de Massa

A perda de massa (“quebra à torra”) pode variar entre 14-23%. Parece porém estar relacionada com a origem botânica, com a humidade do café verde, com as condições de armazenamento e com o tipo de torra. Resulta sobretudo de água contida no grão, mas também de substâncias voláteis e do desprendimento da pele de prata (Correia, 1995).

d) Perda de Compostos voláteis

Os compostos voláteis resultam de reacções entre os constituintes do grão. Estes tendem a volatilizar com o decorrer da torra, influenciando o *flavour* do produto final.

A maioria dos compostos voláteis é formada devido à degradação de compostos não voláteis presentes no café verde. Ocorrem fundamentalmente reacções entre aminoácidos livres e açúcares redutores, resultando na formação de glucosato, composto bastante instável que origina numerosos compostos voláteis que, embora não representem mais que 0,1% da massa do café torrado, vão influenciar decisivamente o *flavour* deste (Dart *et al.*, 1989; Ferrão 2009). A maioria das pesquisas sobre a composição aromática do café começou na década de 60, tendo-se já isolado mais de 800 compostos. Os compostos furanos são os predominantes na composição dos compostos voláteis do café representando 16,1%, seguidos das pirazinas com 11,8%, dos compostos pirrólicos com 11,0% e das cetonas com 10,5% (Flament *et al.*, 1988).

e) Alteração da Cafeína

Correia (1990) sugere que, visto a torra atingir temperaturas acima dos 200 °C, valor superior ao ponto de sublimação da cafeína, seria de esperar valores de degradação relativamente elevados. Contudo, essas perdas acabam por ser mais modestas devido à diminuição da massa do grão durante a torra e, segundo Macrae (1985), atendendo à pressão existente no grão e à baixa difusão de vapores através das suas camadas exteriores, a temperatura do ponto de sublimação da cafeína poderá sofrer um aumento. A cafeína, embora inodora, apresenta um sabor amargo (Ferrão, 2009). No entanto e segundo Belitz *et al.* (1988), aquando da torra, a quantidade de cafeína diminui ligeiramente.

f) Alteração da Trigonelina

Cerca de 50 a 80% da Trigonelina é degradada durante a torra (Belitz *et al.*, 1988), com formação de outros compostos: o ácido nicotínico, a nicotinamida, e uma gama de aromas voláteis, os quais incluem piridinas e pirróis (Macrae, 1989), os quais contribuem para o *flavour* do café torrado (Ferrão, 2009).

Efectivamente, os teores de trigonelina nos cafés verdes são muito baixos e, no café torrado, tornam-se vestigiais.

O seu grau de degradação está ligado directamente à temperatura de torra, conforme sugere Clifford (1985).

g) Alteração de Ácidos

Existem diversos ácidos alifáticos no café torrado, os quais podem ser ácidos voláteis e não voláteis. Muitos dos ácidos alifáticos são encontrados em quantidades vestigiais, e muitos nunca conseguiram ser quantificados (Correia, 1990). Woodman *et al.* (1969) e Blanc (1979) referem que ocorrem perdas globais destes ácidos na ordem dos 15 a 16% numa torra média.

Os ácidos carboxílicos, como o ácido acético, o butírico e o fórmico, são formados a partir da degradação térmica dos glúcidos durante a torra, podendo ocorrer variação do pH da bebida ao longo do processo. O valor do pH é de grande importância no sabor do café (bebida) (Clifford, 1987) considerando-se que quando o pH é menor que 4,9 o café tem um sabor demasiado ácido e com pH superior a 5,2 é mais amargo.

Efectivamente, a bebida resultante de uma infusão de café torrado, apresenta um sabor considerado agradável para o consumidor com ligeira acidez entre os valores de pH 4,9 e 5,2 (Belitz *et al.*, 1988).

Em relação à tecnologia, o pH inicial para o café preparado por via seca ronda os 6,0; tendo sido sujeito a uma torra leve, o valor de pH é cerca de 4,9; com uma torra média o valor é 5,1 (Anjos, 2005). Da Porto *et al.* (1991), referem que os ácidos cítrico, málico, acético, láctico e fumárico têm uma contribuição importante para a acidez total, somente no café verde e sujeito a torras ligeiras. O aumento da acidez, durante a torra, deve-se, não só a estes ácidos, mas também à presença de ácido fosfórico e a outros compostos formados e decompostos durante a torra na reacção de Maillard (Marques, 2011).

8.3 Análise sensorial: alguns conceitos

a) Aspectos Gerais

Como forma de analisar alimentos sob o ponto de vista do consumidor, recorre-se muitas vezes à análise sensorial. De acordo com o projecto de Norma Portuguesa 4263 (1994), a análise sensorial pode ser definida como o “exame das características organolépticas de um produto pelos órgãos dos sentidos”, sendo “organoléptica” definida como “uma propriedade de um produto perceptível pelos órgãos dos sentidos”.

De facto, esta análise permite determinar diferenças, caracterizar e medir atributos sensoriais dos produtos e determinar se as diferenças nestes são detectadas e aceites, ou não, pelos consumidores (Noronha, 2003).

b) Painel de Provadores

O painel de análise sensorial constitui um verdadeiro instrumento de medida, cujos resultados das análises realizadas dependem dos seus participantes.

Existem de facto vários tipos de provadores, sendo cada tipo adequado para diferentes provas e produtos. Assim, podemos considerar provadores candidatos (os que nunca participaram em provas), iniciados (os provadores que já participaram em análises), qualificados (quando os provadores são seleccionados e treinados) e por fim provadores peritos (os que demonstram ter uma certa acuidade para fazer análises sensoriais possuindo uma grande experiência, podendo também possuir um conhecimento adicional adquirido em campos específicos (NP ISO 8586-1, 2001)).

c) Descrição do Laboratório de Análise Sensorial

O Laboratório de Análise Sensorial deve obedecer ao disposto na norma ISO 8589 (2007), possuindo um local de ensaio que possibilite o trabalho individual, uma zona para a preparação das amostras e um gabinete administrativo.

Com efeito, e para evitar todo e qualquer contacto dos provadores com as amostras antes da prova, permitindo assim uma análise desprovida de influências, a passagem para o local de ensaio não deve ser feita pelo local de preparação das amostras.

A iluminação geral do local de ensaio tem de ser mantida uniforme e sem sombras, devendo-se utilizar se possível a iluminação natural (Bicho, 2008). O local de ensaio deve possuir cabinas individuais, equipadas com cuspideiras, dotadas de água potável corrente e meios para eliminar possíveis odores.

Relativamente à zona de preparação das amostras, esta deve estar dotada de equipamentos/ materiais para a preparação e apresentação das amostras (recipientes, louça, balança, etc.), de electrodomésticos para a conservação, preparação e controlo das amostras e referências (fogão, forno, estufa, frigorífico, arca congeladora, micro-ondas, etc.), equipamento de limpeza, armários, etc.

O espaço destinado ao trabalho administrativo inerente à Análise Sensorial, designado atrás como gabinete administrativo, deve estar separado do local de ensaio, mas suficientemente próximo, uma vez que esse espaço destina-se à planificação dos ensaios, tratamento dos resultados e à recepção dos provadores.

d) Tipos de Teste

Existem três tipos de testes de análise sensorial: os de descrição, cujo objectivo é obter a descrição dos vários atributos do produto; os de discriminação, quando se pretende identificar diferenças que possam existir entre os produtos e por fim os de preferência (ou hedónicos), onde os provadores manifestam a sua preferência.

As análises descritivas servem usualmente para determinações complexas e multidimensionais de uma amostra, pois permitem a utilização de termos descritivos para a avaliação dos atributos sensoriais das amostras e a intensidade de cada atributo (Marques, 2011). De facto, e segundo a ISO 5492 (1992) existe um método de provas descritivas – Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) – que consiste na utilização de termos descritivos para avaliar as propriedades sensoriais de uma amostra e a intensidade de cada propriedade.

III. Parte Experimental

1. Enquadramento e objectivos do trabalho prático

Foram estudadas três amostras provenientes da Ilha do Fogo (Cabo Verde), duas das quais da colheita de 2011 e uma da colheita de 2012 e quatro amostras de Timor-Leste (TL), escolhidas entre as estudadas por Ximenes (2010) (Quadro 2).

Quadro 2 - Quadro resumo e codificação das amostras estudadas

Código da Amostra	Origem	Tempo de fermentação	Forma apresentação do Grão	Data da Colheita
2. EPEF12	Ermera/Gleno	12 h	Café Pergaminho	Ago-09
3. EPEF36	Ermera/Aifú	36 h	Café Pergaminho	Ago-09
4. ECEC11	Ermera/Gleno	0 h	Café comercial Crivo11 - Via húmida com desmucilagem mecânica	Set-09
10. NMAF36b	Maubisse/Aitalo	36 h	Café comercial escolhido – Via húmida	Ago-09
FO11A	Cabo Verde - Fogo	0 h	Café coco	2011
FO11B	Cabo Verde - Fogo	0 h	Café coco	2011
FO12	Cabo Verde - Fogo	0 h	Café coco	2012

O código das amostras de TL respeitou o adoptado em Ximenes, (2010) e estas amostras foram transportadas, via aérea, dentro de sacos de plástico. Logo que recebidas, as amostras foram acondicionadas em frascos tapados, de modo a evitar o contacto com o ar e portanto humidade.

Todas as amostras que foram recebidas, em pergaminho ou em coco, foram descascadas manualmente (Anexo 1) e acondicionadas em frascos tapados, guardadas em ambiente isento de humidade (exsicador).

Outras condições de transporte e acondicionamento na origem são desconhecidos.

2. Material e Métodos

2.1 Material e sua preparação

2.1.1 Torra

Para as determinações efectuadas no presente trabalho as amostras foram torradas num torrador de amostras (50 a 200 g) de leito fluidizado, *Neuhaus Neotec*, no Laboratório

de Provas de empresa Nandi Cafés. As amostras em estudo (tomas de 100 g) foram torradas de acordo com as condições de torra previamente estabelecidas na empresa para outros cafés arábicas (Quadro 3).

Para isto efectua-se o pré-aquecimento do torrador, depois coloca-se a amostra no torrador e realiza-se por fim a torra. Finda esta, a amostra é despejada para um recipiente, onde arrefece com um sistema de ar frio, durante cerca de 1 min., até atingir um valor de temperatura próximo dos 30 °C.

Quadro 3 - Condições de torra das amostras no torrador de leito fluidizado

Massa Amostra (g)	Temperatura do Ar (°C)	Temperatura da Amostra (°C)	Tempo (s)
100	270	235 (variando entre 148 e 243)	170

2.1.2 Moenda dos grãos para a análise química

a) Café Verde

As amostras de café verde em grão a serem usadas nas análises químicas foram congeladas a uma temperatura de aproximadamente -180 °C, recorrendo à utilização de azoto líquido. Esta operação facilitou a moenda, realizada num moinho de duas lâminas tipo 980 da *Moulinex*, até atingir a granulometria de 0,5 mm.

b) Café Torrado

A moenda das amostras de café torrado em grão, destinadas à análise química, foi efectuada tendo em consideração as sugestões da *Association of Official Analytical Chemists*, (AOAC, 1996) relativas ao café. Assim, a moenda do café deve ser executada até passagem total pelo crivo ASTM n.º 30 (ISO 600 µm).

Optou-se por proceder à moenda do café recorrendo a um moinho comercial de mós, até passagem total num crivo ASTM n.º 30 (ISO 600 µm).

2.2 Caracterização Física do Café Verde

2.2.1 Massa de 100 grãos

A determinação da massa de 100 grãos baseou-se na obtenção da massa de 100 unidades de grãos de café.

Para obter a massa de 100 grãos, recorreu-se ao procedimento descrito por Esteves e Santos Oliveira (1970) e Guerreiro-Filho *et al.* (2000). Assim, retira-se da amostra, após homogeneização, 100 grãos de café verde sem defeito, e efectua-se a respectiva pesagem.

O ensaio é feito sem repetição dos grãos seleccionados. Os resultados apresentados resultam da média de cinco repetições por amostra de café verde.

2.2.2 Corpos estranhos e defeitos

A classificação por tipos consiste em categorizar o café de acordo com o número de grãos defeituosos e imperfeitos. Utilizou-se a NP-1521 (1985), que é equivalente à norma ISO-4149 (1980), no que respeita à determinação de corpos estranhos e defeitos, que foi o mesmo método utilizado por Ximenes (2010), para que os resultados do Fogo pudessem ser comparados aos obtidos para TL.

Utiliza-se uma toma de $300 \pm 0,1$ g que se lança sobre uma superfície lisa, uniforme e plana onde os grãos são examinados visualmente à luz do dia, separados e agrupados segundo as definições de defeitos provenientes da NP 1535 (1977).

Conta-se o número de unidades de cada uma das categorias de defeito do fruto e de corpos estranhos e pesam-se com aproximação de 0,1 g. Os resultados exprimem-se em percentagem (m/m).

Os valores das imperfeições provenientes dos frutos do cafeeiro não podem exceder os 10%, e o teor de corpos estranhos deve ser menor ou igual a 1% (DL 53/1989, de 22 de Fevereiro).

2.2.3 Análise granulométrica – Crivagem manual

O método utilizado baseou-se na norma I-1636 (1981), que é equivalente à norma ISO 4150 (1991).

Utiliza-se então, a amostra de laboratório de cada um dos cafés verdes, a partir da qual se pesa uma toma de $100 \pm 0,1$ g. Recorre-se a um jogo de crivos com furos redondos (cujas medidas se encontram no quadro seguinte), na medida em que predominava nas amostras o grão chato (conforme indicação da norma). Estes crivos são sobrepostos por ordem decrescente do tamanho da malha, e coloca-se o receptáculo sob o crivo com menor malha.

CRIVO	Diâmetro Nominal do Furo e respectivas tolerâncias (mm)
20	$8,00 \pm 0,19$
19	$7,50 \pm 0,18$
18	$7,10 \pm 0,18$
17	$6,70 \pm 0,17$
16	$6,30 \pm 0,17$
15	$6,00 \pm 0,16$
14	$5,60 \pm 0,16$
13	$5,00 \pm 0,15$
12	$4,75 \pm 0,14$
10	$4,00 \pm 0,13$

A amostra para análise é colocada no crivo superior (no qual se coloca a tampa). Agita-se suavemente, à mão, durante 3 min., efectuando um movimento alternado, com um ligeiro movimento basculante. No fim da operação dá-se uma pequena pancada seca, para fazer passar os grãos prestes a cair. Pesa-se a fracção retida em cada crivo (de malha 20 até 10), bem como no receptáculo, com uma aproximação de 0,1 g. Tem que se ter em consideração o ponto 7.4 da norma, não havendo necessidade de anotar, para cada fracção, os corpos estranhos (por serem inexistentes), nem os defeitos encontrados em cada fracção (por estarem presentes em proporção insignificante). De acordo com a norma I-1636 (1981), o resultado é apresentado em % massa, e corresponde à média de três ensaios, resultantes da utilização de tomas diferentes para análise.

Na literatura actual, encontram-se ainda referências ao crivo médio e ao crivo mais frequente, pelo que estes foram calculados, de acordo com Esteves e Santos Oliveira (1970) e Guerreiro Filho *et al.* (2000). Fez-se também o cálculo da homogeneidade comercial, de acordo com esses mesmos autores.

O crivo médio corresponde à média ponderada entre as percentagens fraccionadas e os números dos crivos de ensaio utilizados na calibragem. O crivo mais frequente é o crivo no qual ficou retido maior percentagem de café, durante o ensaio de calibragem fraccionada. A homogeneidade comercial é dada pela percentagem máxima de café retido em dois crivos de números consecutivos, durante o ensaio de calibragem fraccionada (Esteves e Santos Oliveira, 1970).

Fez-se ainda o estudo da determinação dos teores de grão graúdo, médio e miúdo, de acordo com a Instrução Normativa n.º 8 (11/6/03). Esta considera como grão chato graúdo, aquele que fica retido nos crivos 19, 18 e 17; como grão chato médio, o retido nos crivos 16 e 15; e como grão chato miúdo, o grão retido nos crivos 14 e menores.

2.2.4 Determinação da Humidade - Perda de massa por secagem

A determinação da perda de massa por secagem do grão de café verde baseou-se na norma ISO 6673 (2003), tal como é sugerido na ICC Resolução n.º420/04 (21/5/04), da ICO.

Para tal, seca-se durante 1 h, uma cápsula, em estufa regulada a 105 ± 1 °C. A cápsula é retirada para um exsiccador, arrefecida até à temperatura ambiente, sendo então pesada.

Colocam-se 10 g de grãos de café verde, espalhados uniformemente no fundo da cápsula, e pesam-se. Posteriormente são submetidos a secagem, à temperatura de 105 ± 1 °C, durante $16 \text{ h} \pm 30 \text{ min.}$

No final deste intervalo de tempo, a cápsula contendo o café verde, é introduzida no exsiccador e arrefecida até à temperatura ambiente, procedendo-se então à pesagem.

De acordo com a norma ISO 6673 (2003), as pesagens são feitas com uma aproximação de 0,1 g, e os resultados (apresentados em % massa) são arredondados às décimas. Estes, correspondem à média de ensaios simultâneos realizados em triplicado.

2.2.5 Resíduo Mineral Total

O resíduo mineral total foi determinado de acordo com a metodologia proposta pela AOAC (1996). Recorreu-se ao método AOAC 920.93A – 30.1.08 (1996), que pressupõe a determinação do resíduo mineral total de acordo com o procedimento AOAC S 900.02A - 31.0.12 (1996).

Pesam-se 5 g de café moído (crivo ASTM n.º 30 - ISO 600 µm) numa cápsula tarada, para depois se submeter a secagem em estufa a 100 °C, sendo posteriormente colocada na mufla de modo a atingir gradualmente a temperatura de 525 ± 25 °C, até obtenção de um resíduo isento de partículas de carvão.

Este resíduo contido na cápsula é humedecido com algumas gotas de água, e colocado num banho-maria, de modo a sofrer arrefecimento e secagem, para depois continuar a secar numa placa de aquecimento.

Posteriormente, a cápsula contendo o resíduo é levada novamente à mufla a 525 ± 25 °C durante uma hora, sendo então retirada para um exsiccador.

Depois de arrefecida até à temperatura ambiente, procede-se à pesagem. Este último procedimento é repetido por períodos de 30 min. até se obter massa constante.

As pesagens foram realizadas com aproximação até 0,1 mg, tendo sido realizados ensaios simultâneos em triplicado. Os resultados apresentados correspondem à média destes ensaios para cada amostra, expressa em % massa, relativa à matéria seca.

2.3 Torra e modificações do grão

2.3.1 Aumento de volume

A determinação do aumento de volume foi executada na empresa Nandi Cafés, aquando da torra e tendo em consideração uma amostra de 100 g. Pesa-se a amostra em verde numa balança com aproximação às 0,1 g. Esta é depois colocada numa proveta de 500 mL e medido o volume aparente.

Depois de se efectuar a torra, usa-se a mesma amostra para se voltar a medir o volume e com estes valores, faz-se a diferença, sendo que o resultado vem expresso em percentagem (%).

2.3.2 Perda de massa na torra

Para esta análise, adoptou-se o procedimento similar ao descrito anteriormente, tendo-se usado as mesmas amostras de 100 g, as quais se pesaram depois de torradas e arrefecidas.

A diferença de massas, expressa em percentagem, refere-se à perda de massa na torra.

2.3.3 Avaliação da cor

Usaram-se tomas de 70 a 80 g de café torrado recentemente moído, que foram colocadas na placa do Colorímetro *Colortest II - Neuhaus Neotec*.

Para tal, nivela-se a superfície da placa e procede-se à leitura no ecrã do aparelho. A escala de leitura deste vai de 56 (mais escuro) a 199 (mais claro), correspondente, respectivamente, aos graus de torra muito elevada a muito ligeira.

2.4 Análise Química do Café Verde e Torrado e Bebida

Na análise química ao café verde, torrado e bebida, foram analisados os seguintes parâmetros: ácidos clorogénicos, fenóis totais, pH, acidez titulável, sólidos solúveis, cafeína e trigonelina. Estes parâmetros foram seleccionados com o objectivo de comparar as espécies de café, avaliar a sua evolução durante a torra e a extracção da bebida, e correlacioná-los com os parâmetros sensoriais, associados, particularmente às sensações gustativas.

2.4.1 Ácidos clorogénicos

O doseamento dos ácidos clorogénicos no café verde foi determinado por cromatografia líquida de alta eficácia (HPLC), e baseou-se na metodologia descrita por Correia (1990), quer para a extracção, quer para a definição das condições cromatográficas (Anexo 2).

a) Método de extracção

Pesam-se $2 \pm 0,1$ g de cada amostra de café verde, às quais se adiciona 10 mL de uma solução de metanol:água (40:60) e procede-se a uma agitação mecânica, durante 30 minutos.

Seguidamente centrifuga-se a mistura durante 5 min, a cerca de 25 °C e 10.000 rpm. O líquido sobrenadante é decantado para um balão aferido de 100 mL.

A extracção é repetida mais três vezes, e os extractos obtidos são adicionados ao mesmo balão.

Esta mistura é então tratada com as soluções de Carrez I¹ e II² (1 mL de cada), para clarificação.

O volume do balão é depois completado com a solução de metanol:água usada anteriormente.

Após repouso durante 15 min., filtra-se a mistura através de um filtro Whatman n.º 1, sendo retirado do filtrado uma alíquota de 10 mL.

Antes da injeção no cromatógrafo, os extractos são filtrados com filtros de 0,45 µm.

b) Condições operacionais do cromatógrafo

Utilizou-se um cromatógrafo *Beckman System Gold*, bomba modelo 126 e detector de foto-díodos modelo 168. Este equipamento estava acoplado a um computador, no qual estava instalado o *Software 32 Karat, versão 8.0, Beckman Coulter*.

A fase móvel apresentava a seguinte composição: solvente A-solução tampão de citrato tripotássico 0,01 M (pH 2,5), e solvente B-metanol a 100%.

Utilizou-se um programa de gradiente de eluição, com um fluxo de 1 mL min⁻¹ (Quadro 4). A detecção foi feita nos comprimentos de onda de 325 e de 330 nm, tendo-se injectado um volume de 20 µL.

Quadro 4 - Programa de gradiente de eluição para separação dos ácidos clorogénicos no café verde

Tempo (min)	Solvente A (%)	Solvente B (%)
0	80	20
5	80	20
10	75	25
15	70	30
20	60	40
25	55	45
30	50	50
35	40	60
40	30	70
45	80	20

Fonte: Correia, (1990).

c) Isomerização dos ácidos clorogénicos (ácidos cafeoilquínicos)

Utiliza-se 200 mg do padrão (ácido 5-cafeoilquínico – 5-CQA), obtido comercialmente, e diluído em 20 mL de água destilada. Ajusta-se o pH da solução a 8, com uma solução de hidróxido de amónio (4 M). Aquece-se durante 30 min em banho de água fervente. Depois

¹ Composição da solução de Carrez I: solução aquosa de acetato de zinco di-hidratado (ZnCH₃COO)₂.2H₂O) e ácido acético glacial (10,95 g + 3,0 mL respectivamente, para 50 mL de solução).

² Composição da solução de Carrez II: solução aquosa de hexacianoferrato II de potássio tri-hidratado (K₄(Fe(CN)₆).3H₂O) (5,3 g para 50 mL de solução).

de arrefecida, procede-se ao acerto do pH a 2,5-3, com HCl 4 M. Após filtração efectuem-se as respectivas injeções.

d) Identificação dos picos cromatográficos e quantificação dos resultados

O padrão utilizado foi o 5-CQA para identificar os isómeros 3-cafeoilquínico (3-CQA) e o 4-cafeoilquínico (4-CQA). De facto, após a isomerização do padrão, foi possível identificar os picos correspondentes a estes isómeros. O padrão dos diferentes cromatogramas revelou ser semelhante aos obtidos por Correia (1990), sendo que os picos surgiram com a seguinte sequência: 3-CQA, 3-FQA, 4-CQA, 5-CQA, 5-FQA, 3,4-diCQA, 3,5-diCQA e 4,5-diCQA.

Elaborou-se uma curva de calibração, que foi obtida a partir do 5-CQA com leituras a 330 nm (Anexo 2). A quantificação foi feita assumindo as áreas dos picos como referencial e comparando-as com a do padrão 5-CQA. Para quantificar cada um dos compostos, utilizou-se a equação de Trugo (1984), referida por Correia (1990) e por Farah *et al.* (2005):

$$c = \frac{FR \times \varepsilon_1 \times Mr_2 \times A}{\varepsilon_2 \times Mr_1}$$

Os símbolos da expressão anterior têm o significado seguinte:

c - concentração do isómero a quantificar, em mg.mL⁻¹,

Fr - factor de resposta do padrão 5-CQA, em mg.mL⁻¹ por unidade de área,

ε_1 - coeficiente de absorção molar do padrão 5-CQA, em dm³.mol⁻¹.cm⁻¹,

ε_2 - coeficiente de absorção molar do isómero a quantificar, em dm³.mol⁻¹.cm⁻¹,

Mr₂ - massa molar relativa do isómero em estudo (CQA = 354,31 g.mol⁻¹, FQA = 368,28 g.mol⁻¹, diCQA = 516,44 g.mol⁻¹),

Mr₁ - massa molar do ácido 5-CQA (363,22),

A - área do pico do isómero a quantificar.

Foram utilizados os coeficientes de absorção molar (citados por Correia (1990) e por Farah, *et al.* (2005), expressos em dm³ mol⁻¹ cm⁻¹, que são os seguintes: 3-CQA=18400, 4-CQA=18000, 5-CQA=19500, 3,4-diCQA=31800, 3,5-diCQA=31600, 4,5-diCQA=33200 (com λ =330 nm); 3-FQA=19000, e 5-FQA=19300 (com λ =325 nm).

A posterior obtenção dos cromatogramas viabilizou a quantificação dos resultados, de acordo com os comprimentos de onda para os quais se dispunha dos coeficientes de absorção molar de cada substância.

Todas as extracções e a análise cromatográfica foram realizadas em duplicado e sem repetição de réplicas, pelo que os resultados apresentados correspondem ao valor médio dos resultados obtidos nos dois ensaios.

O teor de cada ácido clorogénico doseado no café verde foi expresso em % massa seca.

2.4.2 Fenóis totais

Os compostos fenólicos são um grupo que desempenha um papel importante a nível da qualidade do café comercial, sendo responsáveis pela cor e adstringência dos grãos, uma vez que ao reagirem com o teor proteico existente, dão origem a compostos adstringentes característicos.

a) Descrição do Método

O procedimento utilizado baseia-se no descrito por Cros *et al.* (1982), para a determinação de compostos fenólicos no cacau, ao qual tiveram que se adicionar algumas adaptações.

Geralmente em estudos para a quantificação de fenóis totais utilizam-se ensaios como o método de Folin-Ciocalteu, pois este baseia-se em reações de oxidação-redução entre o reagente e os compostos fenólicos presentes na amostra, originando compostos coloridos (azuis, neste caso), que são quantificados por espectrofotometria (Simões et al, 2003).

b) Modo operativo

Pesa-se 1 g de café verde moído, adicionam-se 40 mL de metanol a 70% (v/v) e efectua-se a extracção durante 45 min., a 0 °C com auxílio de agitação magnética.

Depois, para obtenção do extracto bruto, procede-se à filtração no funil de Büchner com papel de filtro Whatman n.º 541 e dilui-se até completar 50 mL com metanol a 70% (v/v).

c) Quantificação

Para a execução da **Solução A**, diluem-se com água destilada, 5 mL do extracto bruto até perfazer 50 mL.

Posteriormente acidificam-se até pH 3,5, 10 mL do extracto bruto com ácido clorídrico (0,1 N). Dilui-se então, com 10 mL de água destilada e agita-se durante 10 min. com a adição de 2g de polivinilpolipirrolidona (PVPP) de modo a clarificar a solução.

Por fim, filtra-se com papel de filtro Whatman n.º 541 e completa-se o volume de 25 mL com água destilada. Obtemos assim a **Solução B**.

d) Doseamento

Em cada tubo de ensaio coloca-se: 1 mL de Solução A, B ou padrão e 5 mL de reagente Folin-Ciocalteu (1:10).

Após 3 minutos, adiciona-se 4 mL de solução aquosa de carbonato de sódio (Na_2CO_3 7,5% em m/v), para estabilizar a cor formada.

De seguida colocam-se os tubos de ensaios na estufa a 40 °C, cobertos por um pano, durante 20 minutos.

Finalizado este tempo, procede-se à leitura da absorvância das soluções no espectrofotómetro UNICAM UV/Vis *spectrometer* 4 no comprimento de onda de 760 nm.

e) Obtenção da curva de calibração

A quantificação foi realizada com auxílio de uma curva padrão que foi preparada a partir de uma solução de ácido gálico monoidratado.

Esta foi efectuada para uma gama de concentrações entre 0 a 0,2 mg.mL⁻¹.

Os resultados obtidos foram expressos de acordo com a seguinte equação:

$$Fenóis\ Totais_{(mg\ \acute{a}c.G\acute{a}lico/\ g\ amostra)} = A_{(mg\ \acute{a}c.G\acute{a}lico/\ g\ amostra)} - B_{(mg\ \acute{a}c.G\acute{a}lico/\ g\ amostra)}$$

2.4.3 pH

Para a determinação do pH, sentiu-se a necessidade de comparar dois métodos: o usual para o café (AOAC, 1995) e o método usado para o cacau, segundo Batalha (2009).

Com uma amostra comercial de café, procedeu-se à análise por não serem significativamente diferentes (Anexo 1), usou-se o método do cacau. Esta escolha baseia-se numa questão de facilidade e rigor, sendo que é uma determinação contígua à acidez titulável.

Assim sendo, executam-se tomas de 5 g de café torrado moído, às quais se adicionam 45 mL de água destilada fervente. Após ligeira agitação, filtra-se com filtro Whatman n.º 4 e deixa-se arrefecer até cerca de 20 °C. De seguida, mede-se o pH num potenciómetro *Crison Digit 501*. Esta análise foi realizada em triplicado, sem repetição de réplicas.

2.4.4 Acidez titulável

De modo análogo ao pH, para a execução da acidez titulável, compararam-se novamente dois métodos: o proposto para o café pela AOAC (1995), com alterações ao nível da extracção (16h em repouso, de acordo com Marques, 2011) e o método usado para a mesma determinação em amostras de cacau (Batalha, 2009). Neste caso, o do cacau mostrou-se mais rigoroso, pois os seus resultados na amostra comercial foram significativamente diferentes dos outros (Anexo 1) e por isso, esta determinação é baseada nele.

Da amostra cujo pH já foi medido, tomam-se 25 mL e após a adição de 200 mL de água destilada neutralizada, titula-se na presença de fenolftaleína com uma solução de hidróxido de sódio (NaOH 0,1 N). Os resultados obtidos foram expressos em meq de NaOH 0,1 N/ 100 g de amostra.

2.4.5 Sólidos solúveis

A determinação do teor de sólidos solúveis (TSS) no café torrado baseou-se no método AOAC 973.21-30.1.21 (AOAC, 1996).

Para esta análise, pesam-se $10 \pm 0,1$ g do café moído³, que são colocadas num balão de Erlenmeyer, conjuntamente com uma vareta e com 200 mL de água. Este conjunto, depois de ter sido pesado, coloca-se numa placa de aquecimento, até atingir o ponto de ebulição, e sendo as condições mantidas durante cinco minutos.

Após o arrefecimento até à temperatura ambiente, procede-se a uma nova pesagem para ajustamento da massa, através da adição de água.

Seguidamente realiza-se uma filtração através de filtro Whatman n.º 1, sendo 25 mL do filtrado transferidos para uma cápsula tarada. A cápsula e o respectivo conteúdo são colocados em banho-maria até à secura do resíduo, sendo depois introduzidas numa estufa a 105 °C, e, após arrefecidos em exsiccador, são pesados até a massa se manter constante.

Os resultados apresentados correspondem à média resultante de ensaios realizados em triplicado, sem repetição de réplicas, para cada amostra de café e são expressos em percentagem de massa, de acordo com a seguinte fórmula:

$$\text{TSS} = \frac{\text{Resíduo seco} \times 4}{10} \times 100$$

2.4.6 Cafeína e Trigonelina

O teor de cafeína e trigonelina é determinado por HPLC, tal como descrito na norma ISO 10095 (1992), cujos pressupostos teóricos constam no Anexo 2.

a) Extracção dos compostos

Pesou-se $1 \text{ g} \pm 0,1 \text{ mg}$ de café torrado moído, adicionaram-se $4,5 \pm 0,5$ g de óxido de magnésio, e 100 mL de água. Pesou-se esta mistura, que foi colocada num banho de água, a 90 ± 1 °C (modelo *Kottermann*), com agitação contínua, durante 20 min.

Em seguida, a mistura é arrefecida e pesa-se novamente para se verificar a conservação da massa. Procede-se então à filtração através de um filtro Whatman n.º 1, sem lavagem do resíduo sólido. Transfere-se uma alíquota de 2 mL para um balão de diluição de 10 mL, e completa-se o volume do balão com água destilada.

Homogeneiza-se a mistura, para depois ser filtrada através de um filtro 0,45 µm, ficando então pronta para análise.

b) Condições operacionais do cromatógrafo e quantificação dos resultados

Utiliza-se um equipamento de HPLC *Beckman System Gold* equipado com detector de foto díodos (DAD), modelo 168 (detecção a 254 nm), sistema de solventes (bombas) modelo 126, coluna *Spherisorb ODS2 (Waters)*, com partículas de 5 µm e com 4 mm de diâmetro e 250 mm de comprimento, e sistema de tratamento de dados *32 Karat*, versão 8.0.

³ Moenda até passagem total no crivo ASTM nº 30 (ISO 600 µm).

A fase móvel é constituída por tampão fosfato a 0,02 M (2,72 g de KH_2PO_4 por litro, pH ajustado a 4,3 com ácido fosfórico a 5%) e acetonitrilo (9:1), fluxo de 1 mL min^{-1} , à temperatura ambiente (25 °C) e injeção de 20 μL .

A quantificação da cafeína e da trigonelina foi feita, recorrendo a curvas de calibração, construídas a partir de soluções padrão, variando entre 0,781 e 12,500 mg/100 mL para a cafeína e entre 0,469 e 7,500 mg/100 mL, no caso da trigonelina.

Utilizou-se para ambas cinco níveis de concentração (Quadro 5).

Quadro 5 - Concentrações das curvas de calibração da cafeína e da trigonelina (mg /100 mL)

Níveis	Cafeína	Trigonelina
1	0,781	0,469
2	1,563	0,938
3	3,125	1,875
4	6,250	3,750
5	12,500	7,500

Todas as extracções e a análise cromatográfica são realizadas em duplicado, pelo que os resultados de cada amostra correspondem à média de quatro injeções realizadas. Os teores de cafeína e trigonelina, no café torrado, são expressos em % de massa seca.

2.5 Análise sensorial

Foi adoptado o método de ADQ para esta análise sensorial, tendo em consideração a norma ISO 6658 (2005). O uso desta metodologia visa a obtenção de resultados que possam ser correlacionados com a análise instrumental.

a) Preparação das amostras

As amostras a submeter a análise sensorial preparam-se tendo em consideração a NP ISO 6668 (1991). Assim, utilizam-se taças de vidro, limpas e isentas de odores, nas quais se coloca $7 \pm 0,1$ g de café torrado e moído com um grau de moagem muito mais baixo, para as partículas serem mais grossas e poder-se assim encontrar melhor qualquer característica anómala que possa existir. Posteriormente acrescenta-se cerca de 100 mL de água aquecida até à fervura.

b) Apresentação e avaliação das amostras

Como referido anteriormente, as bebidas devem ser apresentadas em taças de vidro transparente e codificadas com o nome e origem das amostras.

Simultaneamente, deve ser ainda servida uma taça contendo água mineral, uma colher de prova (ISO 3972, 1991) e distribuída a Ficha de Prova a cada provador.

A taça com água mineral deve estar também devidamente identificada e serve para iniciar a prova, fazendo-se a análise da água, para despistar qualquer defeito que possa existir e influenciar a prova das amostras. (ISO 3972, 1991).

A realização da prova é feita em cabinas individuais, permitindo assim a prevenção de sugestões, isto é, que a resposta de cada provador seja influenciada pela dos outros provadores, ou até mesmo pela sua expressão facial.

Em relação à prova propriamente dita, começa-se por mexer a infusão e cheira-se a mesma para se obter um julgamento preliminar dos vapores desprendidos. Depois, são executadas poucas e curtas inspirações para minimizar no provador um estado de confusão e fadiga⁴ (NP ISO 8586-1, 2001).

Num momento posterior, aguarda-se pelo arrefecimento da infusão, ficando ao critério do provador a determinação da temperatura adequada à execução da prova (entre 50-55 °C - ISO 6668, 1991) e mergulha-se a colher suavemente na taça, de forma que a infusão entre na mesma. Leva-se o líquido à boca e suga-se fortemente, para que um pouco da bebida aspergida vá ao encontro da língua e ao palatino, conservando-se na boca apenas o tempo suficiente para sentir o sabor/gosto e os aromas, expelindo-se depois na cuspidreira (NP ISO 8586-1, 2001), e anota-se na ficha de prova a avaliação relativa a cada um dos atributos (Instrução Normativa nº 8 de 11/6/2003).

Depois, deve-se lavar a boca entre a prova de amostras sucessivas, utilizando água mineral que deve estar à mesma temperatura das amostras (ISO 3972, 1991).

A avaliação da intensidade de cada atributo da infusão, por cada provador, decorre da comparação entre a intensidade do atributo com a gama de intensidades memorizadas através das referências, utilizadas durante o treino e a calibração do painel.

Os provadores, mediante a escala da Ficha de Prova, qualificam a sua avaliação para cada termo descritivo. A ordem de apresentação das amostras é completamente aleatória, sendo equacionada a proposta na norma NP ISO 8586-1 (2001).

c) Elaboração da Ficha de Prova

De acordo com a ICO (2007) e com as normas ISO 5492 (1992), NP ISO 8586-1 (2001), e ISO 10470 (2004), deve elaborar-se uma ficha de prova (Anexo 3) que vá de encontro às características pretendidas e adequadas a analisar em cada tipo de café, recorrendo-se assim, ao uso de descritores sensoriais de acordo com as normas em epígrafe.

No caso do método de ADQ, utiliza-se uma escala para medição da intensidade da sensação, percepcionada para cada um dos descritores escolhidos e deve ter em consideração as normas ISO 4121 (2003), ISO 6658 (2005) e ABIC (2007).

Assim, segundo Esteves (2009), as escalas utilizadas podem ser de vários tipos, sendo que a mais adequada neste caso é uma escala estruturada, "*category scalling*", em que o

⁴ Fadiga sensorial – forma de adaptação sensorial correspondente a uma diminuição da acuidade (ISO 5492, 1992).

providor classifica a intensidade da sensação seleccionando determinada categoria (que equivale a um dado valor numérico).

Uma vez escolhidos os descritores a analisar (Anexo 3), segue-se a escolha da escala. No âmbito de uma prova descritiva, a escala utilizada foi a linear, estruturada, com intensidade de 0 a 5, ancorada nos extremos com palavras (ISO 4121, 2003; ISO 6658, 2005; Chapman *et al.*, 2001), neste caso, “nenhum” a “muito forte” (Chapman *et al.*, 2001; Maetzu *et al.*, 2001; Andueza *et al.*, 2003).

2.6 Tratamento dos Dados

Os tratamentos estatísticos efectuados foram diferenciados consoante o tipo de análise levada a cabo. Os resultados obtidos nas análises físico-químicas foram analisados através do teste ANOVA de factor único, para um nível de significância de $p \leq 0,05$, de modo a avaliar as diferenças entre as amostras para uma determinada variável.

Aplicou-se o teste de Tukey para comparação das médias, para um nível de confiança de 95%. As diferenças significativas foram expressas recorrendo a diferentes letras (a, b, c, d,e,f,g).

Para analisar todos os dados, incluindo os da análise sensorial, executou-se uma análise multivariada em componentes principais (ACP). Nesta análise a matriz de dados iniciais é transformada, de modo a reduzir um espaço multidimensional (m variáveis), num com menor número de dimensões ($n \leq m$), constituído pelas componentes principais significativas, sem perda considerável de informação.

Estas componentes são individualmente responsáveis pela variância das observações, e neste sentido, representam-nas mais claramente (Marques, 2011). Cada uma destas componentes principais resulta da combinação linear das variáveis originais. Estas novas variáveis são obtidas em ordem decrescente da quantidade de informação estatística que descrevem. A primeira componente principal aponta a direcção de maior variância dos dados, seguindo-se a segunda componente principal, descrevendo uma menor variância dos dados, que aponta outra direcção e assim sucessivamente. Assim, a 1ª componente descreve a maior variância dos dados, a 2ª componente contém menor variância que a anterior e maior que as seguintes, e assim sucessivamente. A soma da variância de todas as Componentes Principais é igual à soma da variância das variáveis originais (Neto *et al.*, 1998). Segundo o critério de Kaiser, retêm-se apenas as Componentes Principais cujo valor próprio seja superior à unidade, uma vez que só estas podem ser consideradas significativas (Chapman *et al.*, 2001).

Todo o tratamento estatístico foi efectuado através da utilização do programa estatístico *Statistica 7.0* Copyright © StatSoft, Inc (2004).

3. Análise e Discussão dos Resultados

3.1 Caracterização Física do Café Verde

3.1.1 Massa de 100 grãos

A massa de 100 grãos do café verde do Fogo não apresenta diferenças significativas (Anexo 4) dos valores de TL, salvo a amostra FO12 (com massa de 20,260 g – Figura 18). Esta é diferente de todas as outras amostras, exceptuando a amostra 10. NMAF36b de TL (Quadro 6). Apesar de haver semelhanças entre estas amostras, este parâmetro está relacionado essencialmente com o tipo de planta e com as condições em que esta se desenvolveu, factores estes que não foram avaliados neste estudo.

Em relação à diferença entre as amostras A e B do Fogo de 2011, o teste de Tukey não evidenciou qualquer diferença significativa.

Quadro 6 - Massa de 100 grãos das amostras

AMOSTRA	Massa (g)
FO11A	17,100 ± 0,300 ^b
FO11B	17,320 ± 0,349 ^b
FO12	20,260 ± 0,270 ^a
2. EPEF12	17,800 ± 0,370 ^b
3. EPEF36	18,700 ± 0,370 ^b
4. ECEC11	17,400 ± 0,050 ^b
10. NMAF36 b	18,800 ± 0,250 ^{ab}

Fonte: Valores das amostras 2., 3., 4. e 10 – Ximenes (2010)

$\mu \pm \sigma$ (Média ± desvio padrão) - Média de 3 determinações; diferentes letras evidenciam diferenças significativas ($p \leq 0,05$) entre amostras

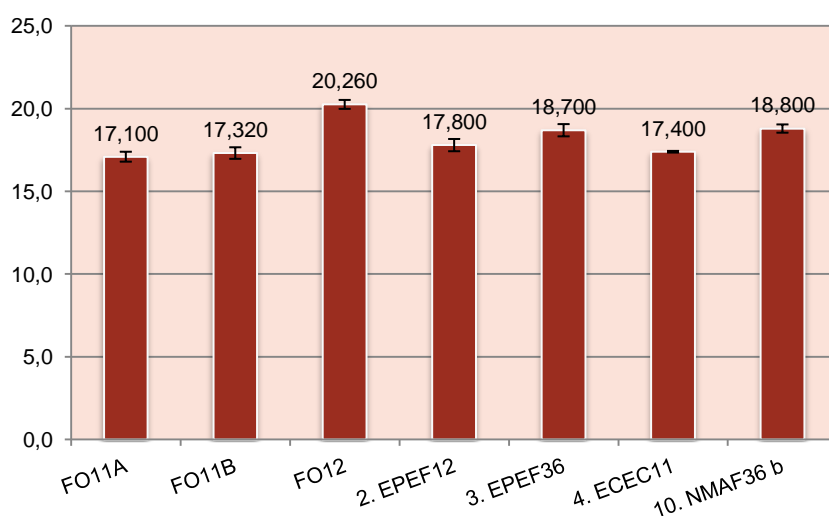


Figura 18 - Massa de 100 Grãos (g) para cada amostra

3.1.2 Corpos estranhos e defeitos

Os resultados da análise de corpos estranhos e defeitos encontram-se no Quadro 7 (valores de Ximenes, 2010) e Quadro 8.

Quadro 7 - Análise de corpos estranhos e defeitos (Ximenes, 2010)

Amostra	Tipo de Defeito	Massa (g)	% (m/m)
2. EPEF12	Grãos bichados/ brocados	2,6	0,870
	Grãos marmoreados / descolorados	5,0	1,670
	Grãos concha	4,8	1,600
	Grãos coco	0,2	0,067
	Grãos com pergaminho	0,5	0,167
	Grãos malformados	3,1	1,033
	Grãos acastanhados por fermentação	1,7	0,570
	Pergaminho	0,1	0,033
Total		18,0	6,000
3. EPEF36	Grãos bichados/ brocados	2,2	0,733
	Grãos marmoreados / descolorados	2,4	0,800
	Grãos concha	3,9	1,300
	Grãos com pergaminho	0,8	0,267
	Grãos malformados	2,9	0,970
	Grãos acastanhados por fermentação	2,3	0,770
	Grãos danificados por esmagamento	4,1	1,370
	Pergaminho	0,1	0,033
Total		18,7	6,230
4. ECEC11	Grãos secos	1,3	0,433
	Grãos bichados/ brocados	3,3	1,100
	Grãos marmoreados / descolorados	3,5	1,167
	Grãos coco	0,9	0,300
	Grãos malformados	2,7	0,900
	Grãos acastanhados por fermentação	1,8	0,600
	Grãos danificados por esmagamento	2,1	0,700
	Grãos trinca (menos de metade do grão)	0,8	0,267
Total		16,4	5,467
10. NMAF36b	Grãos bichados/ brocados	0,8	0,267
	Grãos marmoreados / descolorados	0,9	0,300
	Grãos concha	0,3	0,100
	Grãos malformados	1,0	0,333
	Grãos avermelhados	0,3	0,100
	Grãos acastanhados por fermentação	0,6	0,200
	Grãos danificados por esmagamento	0,3	0,100
	Grãos trinca (menos de metade do grão)	0,5	0,167
Total		4,7	1,567

Quadro 8 - Análise de corpos estranhos e defeitos nas amostras de café do Fogo

Amostra	Tipo Defeito	Massa (g)	% (m/m)
FO11A	Grãos "Quackers"	5,4	1,800
	Grãos malformados	0,5	0,166
	Grãos danificados por esmagamento	3,2	1,066
	Total	9,1	3,033
FO11B	Grãos "Quackers"	5,4	1,800
	Grãos malformados	0,6	0,200
	Grãos danificados por esmagamento	3,6	1,200
	Total	9,6	3,200
FO12	Grãos "Quackers"	1,2	0,400
	Grãos malformados	0,1	0,033
	Grãos danificados por esmagamento	1,5	0,500
	Total	2,8	0,933

Os valores das imperfeições provenientes dos frutos do cafeeiro não podem exceder os 10% (m/m), e o teor de corpos estranhos deve ser menor ou igual a 1% (m/m) (DL 53/1989, de 22 de Fevereiro).

É de salientar que nenhuma das amostras possui corpos estranhos ou impurezas. Em relação ao teor de defeitos, todas as amostras têm um valor inferior a 10%, como indicado no DL 53/1989, de 22 de Fevereiro.

E apesar de a colheita realizada na Ilha do Fogo não ser selectiva, as três amostras apresentam valores de defeitos inferiores aos de TL (salvo a amostra 10. NMAF36b, que representa um café escolhido comercial).

3.1.3 Análise granulométrica – Crivagem manual

A análise da composição granulométrica dos cafés em estudo, de acordo com a calibração fraccionada, permitiu verificar que o crivo mais frequente (com maior percentagem de grão retido, segundo Esteves e Santos Oliveira, (1970) foi o crivo n.º 17 no caso das amostras do Fogo de 2011 e o 19 no caso das de 2012.

Já em relação às amostras estudadas por Ximenes em 2010 apresentam o crivo n.º 18 como sendo o mais frequente, à excepção da amostra 4, que é enviada como café comercial beneficiado, ou seja, já calibrado na origem (Quadro 9, Figura 19).

Quadro 9 - Granulometria das amostras e conceitos associados

AMOSTRAS	Crivo mais frequente	Crivo médio	Homogeneidade	% Grão Graúdo	% Grão Médio	% Grão Miúdo
FO11A	17	17,117	66,367	78,367	19,467	2,100
FO11B	17	17,226	67,067	80,067	17,733	0,733
FO12	19	18,356	64,233	94,367	4,300	1,367
2. EPEF12	18	17,730	46,200	70,000	25,100	4,900
3. EPEF36	18	17,730	48,300	66,300	29,400	4,700
4. ECEC11	15	14,860	68,300	1,530	64,640	33,530
10. NMAF36b	18	18,140	52,140	71,170	27,400	7,800

Fonte: Valores das amostras 2., 3., 4. e 10 – Ximenes (2010)

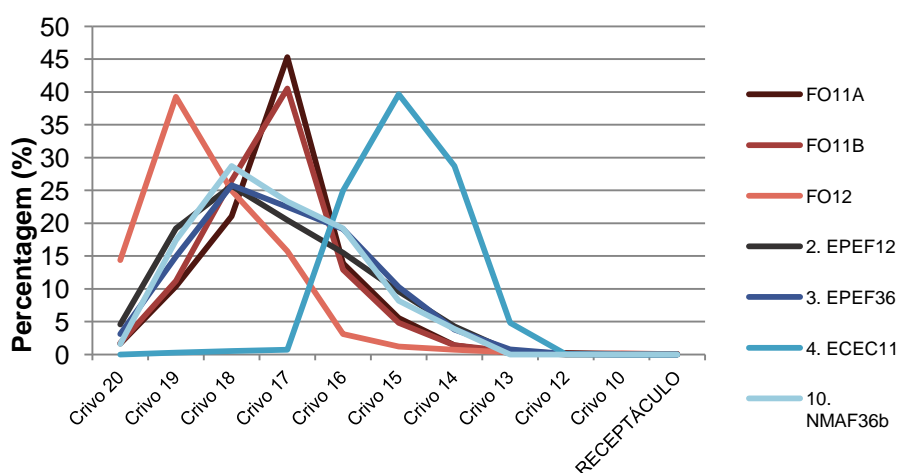


Figura 19 - Comparação da granulometria das amostras

O crivo médio (média ponderada entre as percentagens fraccionadas e os números dos crivos utilizados na calibragem) para as amostras em estudo situou-se entre 14,860 e 18,356. O valor mais baixo corresponde à amostra 4 de Timor-Leste (TL), que por se tratar de café escolhido, tem um crivo médio mais baixo. Todas as outras amostras rondam o crivo 17 (Quadro 9).

A homogeneidade para o café do Fogo foi superior a 64% (Quadro 9), em todas as amostras. Este é de facto um bom resultado, atendendo a que os grãos não foram ainda beneficiados.

Em adição, os cafés do Fogo apresentam valores superiores aos obtidos para os pergaminhos de TL (amostras 2 e 3) e até aos do comercial desta origem (já beneficiado, portanto – amostra 10), com excepção da amostra 4 (moca – homogeneidade de 68,3%).

Em relação ao tamanho do grão, as amostras de café envolvidas neste estudo eram constituídas por grão graúdo, de acordo com a Instrução Normativa nº 8 (11/6/03), entendendo-se por grão graúdo aquele que fica retido nos crivos 17 e superiores. Neste caso verificou-se que nas amostras estudadas, o café do Fogo tem um tamanho superior ao de TL, uma vez que a sua percentagem acumulada até à peneira 17 atingiu valores próximos de 94%. Este facto é de extrema importância, porque o tamanho é um atributo muito importante do café verde.

3.1.4 Determinação da Humidade - Perda de massa por secagem

Os teores de humidade do grão de café verde variaram entre 8,3 e 10,3% (Quadro 10 e Figura 20) em massa, sendo que a nível estatístico se evidenciou que existiam diferenças entre TL e Cabo Verde.

Quadro 10 - Teor de Humidade

AMOSTRAS	HUMIDADE (%)
FO11A	8,246 ± 0,001% ^e
FO11B	8,255 ± 0,001% ^e
FO12	8,795 ± 0,001% ^d
2. EPEF 12	9,428 ± 0,004% ^a
3. EPEF36	10,003 ± 0,001% ^{ab}
4. ECEC11	10,083 ± 0,001% ^{ab}
10. NMAF36 b	10,335 ± 0,002% ^c

$\mu \pm \sigma$ Média de 3 determinações; diferentes letras evidenciam diferenças significativas ($p \leq 0,05$) entre amostras

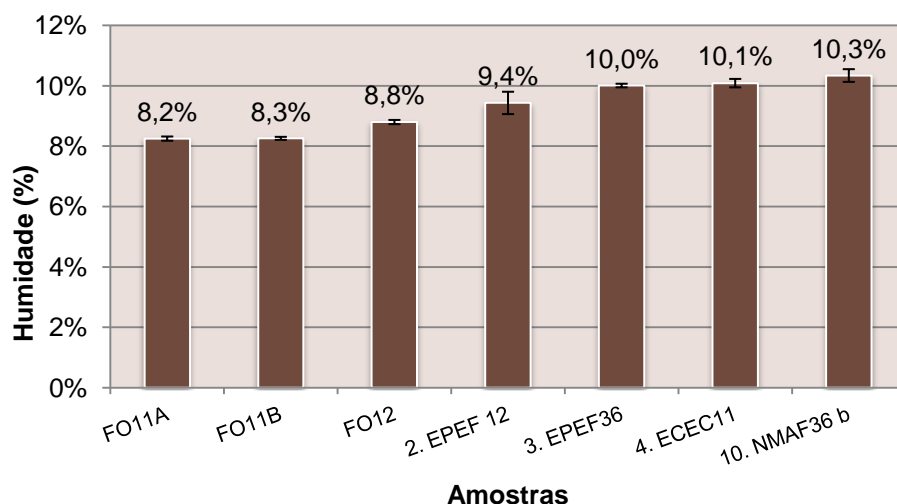


Figura 20 - Teor de Humidade (%) nas amostras

As amostras do Fogo de 2011 não têm diferença entre elas, mas ambas diferem das de 2012. Este facto pode indicar que existiram diferentes condições climáticas nos dois anos.

Em relação a TL, as amostras variam, sendo que as mais díspares são a 2. EPEF12 e a 10. NMAF36b.

Tendo em conta que esta análise foi executada também por Ximenes, (2010), apresentam-se no Quadro 11 os valores obtidos na altura.

Quadro 11 - % de Humidade das amostras de TL em 2010

Amostra	% de Humidade
2. EPEF12	10,50
3. EPEF36	10,30
4. ECEC11	11,70
10. NMAF36 b	11,00

Fonte: Ximenes, (2010).

Existe de facto uma diferença, a qual se pode atribuir ao armazenamento durante dois anos destas amostras, uma vez que, apesar de ter sido em frascos tapados, é possível que tenham perdido água.

De um modo geral, os teores de humidade das amostras de café verde encontram-se, portanto, dentro dos valores internacionalmente estabelecidos para poderem ser aceites no mercado internacional, e garantir boas condições de conservação. Este teor de humidade, no grão de café verde comercializável, não poderá exceder os limites máximos de tolerância de 12%, de acordo com o Regulamento Técnico de Identidade e de Qualidade para Classificação do Café Beneficiado Grão Cru (Instrução Normativa Nº 8, 11/6/2003).

Este documento não indica um valor limite inferior para o teor de humidade no café verde comercializável, contrariamente à ICC Resolução nº 420 de 21/05/04, da ICO,

segundo a qual, o teor de humidade no café exportável (Arábica ou Robusta) se deverá situar entre 8 e 12%.

A sanidade do café verde é fortemente afectada quando o seu teor de humidade ultrapassar 12 %, porque o grão será facilmente atacado por bolores e sofrerá uma acentuada alteração da cor (Coste, 1992). No entanto, e por apresentar valores estatisticamente diferentes, o café do Fogo poderá ser sujeito a período de secagem mais curto, na medida em que um café com menos humidade e, portanto mais leve, tem um rendimento menor.

3.1.5 Resíduo Mineral Total

No Quadro 12 e na Figura 21 sintetizam-se os valores obtidos de resíduo mineral para as amostras em estudo.

Quadro 12 - Teor mineral total em % de Matéria Seca

AMOSTRAS	Cinza (% Matéria Seca)
FO11A	4,419 ± 0,092 ^a
FO11B	4,283 ± 0,124 ^{ab}
FO12	4,196 ± 0,035 ^b
2. EPEF 12	4,193 ± 0,013 ^b
3. EPEF36	4,141 ± 0,100 ^{bc}
4. ECEC11	3,958 ± 0,045 ^c
10. NMAF36 b	4,056 ± 0,119 ^{bc}

$\mu \pm \sigma$ Média de 3 determinações; diferentes letras evidenciam diferenças significativas ($p \leq 0,05$) entre amostras

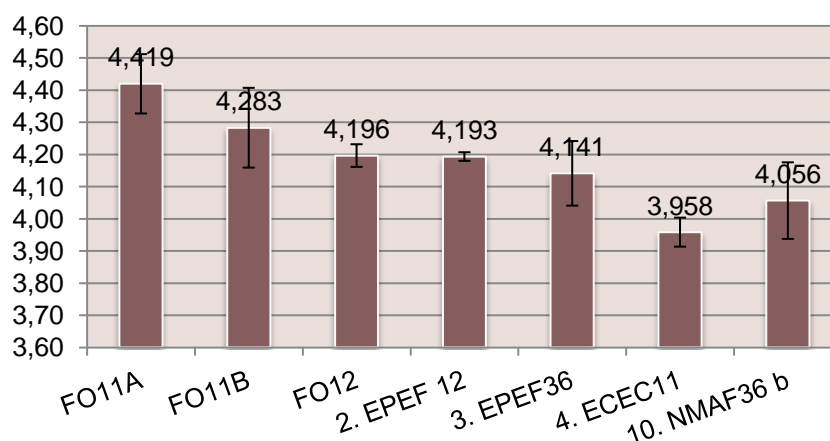


Figura 21 - Resíduo Mineral Total (% Matéria Seca)

Os valores obtidos situam-se entre 3,1 e 4,4%, o que vai mais ou menos ao encontro dos valores propostos por Smith (1989), os quais oscilam entre 3,0 e 4,2% para o café verde Arábica.

Aliado a estes valores, o estudo de Kroplien (1961), citado por Clarke (1987), indica um teor mineral total dos cafés verdes Arábica de valor médio em torno de 3,98%, tendo sido observados teores mais elevados em cafés processados por via seca, comparativamente

aos processados por via húmida. No entanto, o teor mineral total pode apresentar alguma variabilidade, dependente do tipo de processamento, das condições do solo e do uso de fertilizantes, especialmente no caso do potássio (Clarke, 1987). Segundo este autor, o potássio representa cerca de 40% dos elementos presentes no resíduo mineral total.

Assim, podemos justificar o facto de os cafés do Fogo (Via Seca) apresentarem, neste caso, um teor mineral superior aos de TL (Via Húmida), tal como indica Correia, (1990).

3.2 Torra e modificação do grão

3.2.1 Torra das amostras: Aumento de Volume, Cor e pH da bebida

Na Quadro 13 resumem-se os resultados obtidos durante os ensaios de torra das amostras relativamente à cor, diminuição da massa, aumento de volume, pH e perda de massa devido a torra.

Quadro 13 - Resumo do trabalho efectuado na Nandi

Amostras	Cor	Variação da Massa (%)	Aumento volume (%)	pH da bebida
FO11a	107	-16,141	+40,000	5,04
FO11b	104	-16,686	+41,176	5,05
FO12	107	-15,875	+38,776	4,95
2. EPEF12	96	-18,906	+61,000	4,72
3. EPEF36	95	-18,064	+60,710	4,68
4. ECEC11	96	-18,906	+51,670	4,65
10. NMAF36b	103	-17,509	+42,857	4,85

Pela análise da cor, pode-se concluir que os cafés do Fogo, aquando da torra dão origem a cafés com uma tonalidade menos intensa que os de TL.

A perda de massa na torra variou entre 15,875 e 18,906%.

As amostras de café de TL tiveram, de uma maneira geral, perdas de massa maiores (17,509 – 18,906%), comparativamente às de café da Ilha do Fogo (15,875 – 16,686%).

A perda de massa, ou quebra à torra, (segundo Esteves e Santos Oliveira, 1970), do café verde submetido a torra resulta sobretudo da eliminação de parte da água do grão e de substâncias orgânicas (Esteves e Santos Oliveira, 1970; Correia, 1990; Coste 1992), e também da pele de prata desprendida durante a operação de torrefacção (Correia, 1990; Coste 1992). Esta deve situar-se entre 16 e 23%, o que se verifica em todas as amostras, excepto na FO12.

Com a torra, ocorreu também um aumento de volume dos grãos de café torrado comparativamente aos grãos de café verde.

Para o café Arábica, Correia (1990) registou valores de aumento de volume na ordem dos 41,7 – 75,0 % (v/v), enquanto Coste (1992), também para café Arábica refere que os

valores médios para o aumento de volume, se situam entre 50-80%, possuindo valores extremos entre 30-100%.

O estudo de Xabregas *et al.* (1971) apontou para que os cafés de grão graúdo experimentassem, significativamente, menores aumentos de volume, comparativamente aos de grão médio, sendo estes superiores aos do grão miúdo.

Nesse mesmo estudo, os cafés preparados por via seca apresentaram, em média, aumentos de volume significativamente menores que os processados por via húmida. Todas estas informações acabam por se verificar, uma vez que os valores de volume se situam nas gamas acima escritas. Assim, e, por já termos verificado que à excepção da amostra 4, todas as outras são de grão graúdo, confirma-se que os cafés obtidos por via húmida têm aumentos maiores de volume (valores de TL maiores que os do Fogo) e dentro dos valores propostos por Coste (1992) e Correia (1990).

Por fim, em relação ao pH da bebida, geralmente, os cafés processados por via húmida dão origem a uma bebida com menor pH que os processados por via seca (Clifford, 1987; Salva 2007), o que se verifica comparando os valores entre TL e Fogo (Quadro 13).

3.3 Análise Química ao Café Verde e Torrado

3.3.1 Ácidos clorogénicos – Café Verde

O estudo foi efectuado em relação aos ácidos clorogénicos (CGA), considerados predominantes no café, segundo Clifford (1997), isto é, em termos de ácidos cafeoilquínicos (CQA), ácidos dicafeoilquínicos (diCQA) e ácidos feruloilquínicos (FQA), que conjuntamente, correspondem a cerca de 98% do total dos ácidos clorogénicos no café (Clifford *et al.*, 1977). Foram analisados três ácidos CQA, três ácidos diCQA e dois ácidos FQA, de acordo com a integração dos picos nos cromatogramas obtidos por HPLC (Anexo 2).

Ácidos cafeoilquínicos (CQA)

Os resultados obtidos para os CQA sintetizam-se em seguida, no Quadro 14.

Quadro 14 - Valores obtidos para os Ácidos cafeoilquínicos em % de Matéria Seca

Amostras	g/100g MS			
	3-CQA	4-CQA	5-CQA	CQA total
FO11A	0,371 ± 0,025 ^a	0,573 ± 0,036 ^a	3,559 ± 0,013 ^a	4,503 ± 1,785
FO11B	0,252 ± 0,019 ^c	0,389 ± 0,039 ^c	2,649 ± 0,198 ^b	3,290 ± 1,346
FO12	0,267 ± 0,012 ^{bc}	0,424 ± 0,026 ^{abc}	3,634 ± 0,233 ^a	4,325 ± 1,900
2. EPEF12	0,366 ± 0,009 ^a	0,554 ± 0,037 ^{abc}	4,480 ± 0,209 ^a	5,400 ± 2,323
3. EPEF36	0,268 ± 0,019 ^c	0,442 ± 0,043 ^{abc}	3,876 ± 0,269 ^a	4,586 ± 2,035
4. ECEC11	0,289 ± 0,033 ^{bc}	0,459 ± 0,056 ^{abc}	3,758 ± 0,381 ^a	4,506 ± 1,956
10. NMAF36b	0,345 ± 0,019 ^b	0,567 ± 0,044 ^{ab}	4,556 ± 0,232 ^a	5,468 ± 2,369

μ ± σ Média de 2 ensaios com duas repetições; diferentes letras evidenciam diferenças significativas (p ≤ 0,05) entre amostras

No estudo dos ácidos cafeoilquínicos (CQA), obteve-se, para o café verde Arábica um teor mais elevado de ácido 5-O-cafeoilquínico (5-CQA) em relação aos outros ácidos.

Estes resultados são similares aos propostos por Correia, (1990) e Viani, (1993) que afirmam que os valores se devem situar entre 3,0-5,6%. Tendo em conta estes valores, apenas a amostra FO11B se situa abaixo da gama, com um valor de 2,649%.

Em relação as teores de 3-CQA, estes situaram-se abaixo das gamas de valores propostos para os cafés verdes Arábica que se situam entre 0,38-0,68%, segundo Correia, (1990) e 0,3-0,7%, de acordo com Viani, (1993).

O mesmo se passa com a maioria das amostras em relação ao 4-CQA, pois apenas os valores da FO11A, 2.EPEF12 e 10.NMAF36b se situam entre 0,52-0,87%, valores indicados Correia, (1990) e 0,5-0,7%, por Viani (1993).

Por fim, e atendendo ao facto de a maioria dos CQA não atingirem os valores acima referidos, a quantidade total (CQA total) também não se insere na gama sugerida por Clifford (1989), com valor médio de $5,56 \pm 0,55\%$ para o café verde Arábica.

Tendo em conta estes resultados, pode-se sugerir que a causa para os valores serem tão baixos advinha da extração, ou do método de conservação dos grãos desde a sua chegada ao ISA.

Ácidos dicafeoilquínicos (diCQA)

O teor de cada um dos isómeros dos ácidos dicafeoilquínicos (diCQA) obtidos neste estudo encontra-se no Quadro 15.

Quadro 15 - Valores obtidos para os Ácidos dicafeoilquínicos em % de Matéria Seca

Amostras	g/100g MS			diCQA _{total}
	3,4-diCQA	3,5-diCQA	4,5-diCQA	
FO11A	$0,547 \pm 0,000^{ab}$	$0,186 \pm 0,004^{ab}$	$0,199 \pm 0,004^a$	$0,931 \pm 0,205$
FO11B	$0,362 \pm 0,005^c$	$0,154 \pm 0,015^b$	$0,095 \pm 0,008^c$	$0,611 \pm 0,140$
FO12	$0,406 \pm 0,004^b$	$0,193 \pm 0,008^{ab}$	$0,154 \pm 0,010^b$	$0,752 \pm 0,136$
2. EPEF12	$0,528 \pm 0,010^a$	$0,232 \pm 0,015^a$	$0,187 \pm 0,022^{ab}$	$0,948 \pm 0,185$
3. EPEF36	$0,412 \pm 0,008^{abc}$	$0,251 \pm 0,022^a$	$0,103 \pm 0,001^c$	$0,766 \pm 0,154$
4. ECEC11	$0,419 \pm 0,014^{abc}$	$0,241 \pm 0,030^a$	$0,107 \pm 0,002^{bc}$	$0,767 \pm 0,156$
10. NMAF36b	$0,536 \pm 0,015^a$	$0,248 \pm 0,024^a$	$0,163 \pm 0,019^b$	$0,946 \pm 0,196$

$\mu \pm \sigma$ Média de 2 ensaios com duas repetições; diferentes letras evidenciam diferenças significativas ($p \leq 0,05$) entre amostras

O isómero 3,4-diCQA foi predominante relativamente aos isómeros 3,5-diCQA e 4,5-diCQA em todas as amostras. Ky *et al.* (2001) realizou um estudo com cafés de diferentes localizações geográficas, onde foram indicados os seguintes teores: 0,08-0,17% para o 3,4-diCQA; 0,17-0,36% para 3,5-diCQA; 0,18-0,38% para 4,5-diCQA e de 0,43-0,88%, para o diCQA_{total}.

No presente estudo, os valores doseados de cada uma das fracções dos ácidos dicafeoilquínicos e do total destes ácidos, não revelaram concordância com os valores propostos por Ky *et al.* (2001). Em primeiro lugar, o valor do primeiro isómero, 3,4-diCQA mostra-se muito elevado ao citado. Por outro lado, os outros dois isómeros não se integram nas escalas citadas. Em suma, e tendo em conta o total, vemos que a soma sai igualmente fora da escala. Isto poderá dever-se novamente às condições de armazenamento, ou a factores na origem que não são objectivos de estudo.

Ácidos feruloilquínicos (FQA)

O Quadro 16 sintetiza os valores obtidos para os FQA.

Quadro 16 - Valores obtidos para os Ácidos feruloilquínicos em % de Matéria Seca

Amostras	g/100g MS		
	3-FQA	5-FQA	FQA _{total}
FO11A	0,025 ± 0,000 ^a	0,311 ± 0,033 ^a	0,337 ± 0,202
FO11B	0,023 ± 0,004 ^a	0,274 ± 0,021 ^a	0,296 ± 0,177
FO12	0,019 ± 0,000 ^a	0,292 ± 0,020 ^a	0,311 ± 0,193
2. EPEF12	0,020 ± 0,006 ^a	0,324 ± 0,009 ^a	0,344 ± 0,215
3. EPEF36	0,015 ± 0,004 ^a	0,317 ± 0,012 ^a	0,332 ± 0,214
4. ECEC11	0,017 ± 0,004 ^a	0,303 ± 0,045 ^a	0,320 ± 0,203
10. NMAF36b	0,019 ± 0,005 ^a	0,322 ± 0,015 ^a	0,341 ± 0,214

μ ± σ Média de 2 ensaios com duas repetições; diferentes letras evidenciam diferenças significativas (p ≤ 0,05) entre amostras

Segundo Clifford (1989), Correia (1990), Viani (1991) e Ky *et al.* (2001), o teor de 5-FQA é significativamente maior quando comparado com o 3-FQA, podendo o teor deste último ser considerado como quase irrelevante. Os valores obtidos neste estudo enquadram-se dentro dos apontados na literatura para o 3-FQA (0,01-0,08%) e para o 5-FQA (0,18-0,98%), segundo Clifford, (1989). O teor total em FQA oscila em torno de 0,3% (Clifford, 1989a; Correia, 1990; Viani, 1991).

É de salientar que nenhuma amostra apresenta diferença significativa das restantes, no que diz respeito a estes isómeros, podendo-se afirmar que o seu teor não difere estatisticamente nas duas origens.

Ácidos clorogénicos totais

No Quadro 17 apresenta-se o teor total de cada um dos grupos de ácidos clorogénicos (CQA_{total}, di-CQA_{total}, FQA_{total}), assim como do total de ácidos clorogénicos (CGA_{total}), doseados neste estudo. Tal como já se referiu, o valor de ácidos clorogénicos total ronda as 5,5-8% segundo, Smith, (1989).

Quadro 17 - Teores totais de ácidos cafeoilquínicos (CQA_{total}), dicafeoilquínicos (diCQA_{total}), feruolquínico (FQA_{total}) e de ácidos clorogénicos (CGA_{total})

Amostras	CQA _{total}	diCQA _{total}	FQA _{total}	CGA _{total}
FO11A	4,503 ± 1,785	0,931 ± 0,205	0,337 ± 0,202	5,771 ± 1,161
FO11B	3,290 ± 1,346	0,611 ± 0,140	0,296 ± 0,177	4,197 ± 0,868
FO12	4,325 ± 1,900	0,752 ± 0,136	0,311 ± 0,193	5,388 ± 1,203
2. EPEF12	5,400 ± 2,323	0,948 ± 0,185	0,344 ± 0,215	6,691 ± 1,483
3. EPEF36	4,586 ± 2,035	0,766 ± 0,154	0,332 ± 0,214	5,684 ± 1,287
4. ECEC11	4,506 ± 1,956	0,767 ± 0,156	0,320 ± 0,203	5,593 ± 1,245
10. NMAF36b	5,468 ± 2,369	0,946 ± 0,196	0,341 ± 0,214	6,755 ± 1,510

Podemos ainda concluir que à excepção das amostras FO11B e FO12, todas se inserem na escala proposta anteriormente.

Em adição, podemos concluir que o grupo de CGA mais abundante foi o CQA, o qual representou cerca de 79% do total de CGA doseados no café verde.

Os ácidos diCQA foram o segundo grupo mais abundante, com um valor próximo de 16% da totalidade de CGA, seguidos pelo contributo dos FQA com 5%.

Com este estudo, pode-se ainda concluir (Figura 22) que o 5-CQA, constituiu o ácido clorogénico mais abundante no café, correspondendo a mais de metade (cerca de 65%) do total dos ácidos clorogénicos presentes nas amostras.

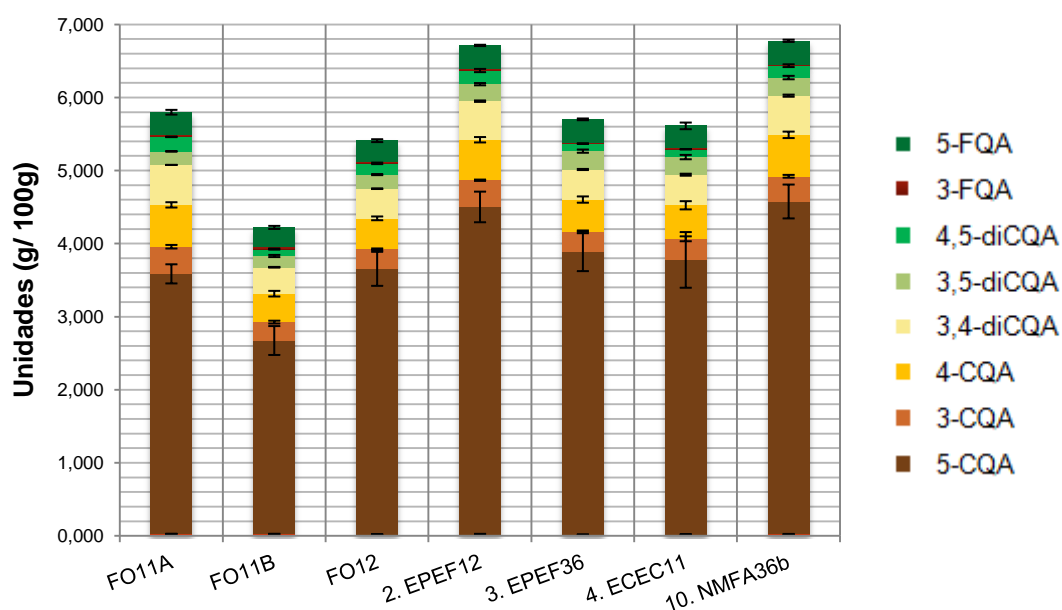


Figura 22 - Teor de Ácidos Clorogénicos nas amostras em estudo

3.3.2 Fenóis totais – Café Verde

No Quadro 18 e na Figura 23 evidencia-se que o café com maior período de fermentação (TL 3. EPEF 36 – 36h de fermentação) possui teor de fenóis mais elevado.

Quadro 18 - Teor de Fenóis Totais

AMOSTRAS	Fenóis Totais (mg ácido Gálico / g café)
FO11a	14,045 ± 0,050 ^a
FO11b	11,129 ± 0,007 ^b
FO12	11,025 ± 0,000 ^c
2. EPEF12	7,759 ± 0,007 ^d
3. EPEF36	17,032 ± 0,038 ^e
4. ECEC11	12,327 ± 0,026 ^f
10. NMAF36 b	10,796 ± 0,007 ^g

μ ± σ Média de 3 determinações; diferentes letras evidenciam diferenças significativas (p ≤ 0,05) entre amostras

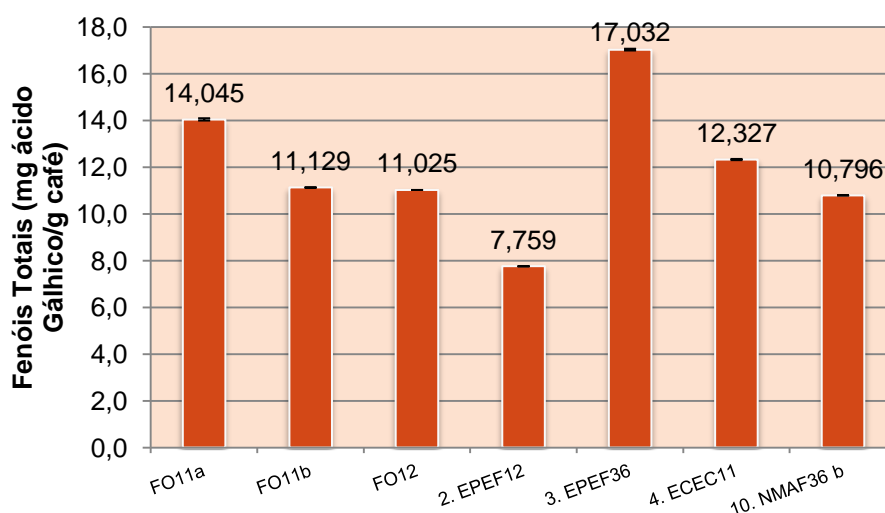


Figura 23 - Teor de Fenóis Totais para cada Amostra

Pela observação do Anexo 4, podemos concluir que existem diferenças estatísticas entre todas as amostras das duas origens, o que evidencia uma composição bastante variável relativamente ao nível dos fenóis totais. Este facto poderá ter a ver com a diversidade de climas das duas origens, ou ainda com os estados de maturação em que os grãos foram colhidos.

3.3.3 Acidez titulável e pH da infusão – Café Torrado

Estes parâmetros são de difícil comparação entre amostras, devido à grande volatilidade dos ácidos presentes no café, em que os teores dependem da forma como decorreu a secagem e o armazenamento das amostras. Assim sendo, aquando da recepção das amostras, houve o cuidado de as acondicionar correctamente em frascos hermeticamente fechados, não havendo no entanto informações quanto às condições de armazenamento destas desde a sua secagem, até ao seu envio para Lisboa.

Para esta determinação efectuaram-se 3 repetições, mas deve ter-se ainda em conta que além dos ácidos voláteis, os valores obtidos incluem também a contribuição da fracção não volátil.

Assim, são apresentados os valores médios da acidez titulável no Quadro 19 e Figura 24.

Quadro 19 - Valores de acidez titulável e pH da infusão

Amostras	Acidez Titulável (meq NaOH/g)	pH
FO11A	0,132 ± 0,004 ^b	5,427 ± 0,021 ^a
FO11B	0,115 ± 0,002 ^{bc}	5,330 ± 0,058 ^b
FO12	0,107 ± 0,007 ^c	5,233 ± 0,200 ^c
2. EPEF12	0,129 ± 0,014 ^b	5,067 ± 0,400 ^d
3. EPEF36	0,182 ± 0,009 ^a	5,050 ± 0,265 ^d
4. ECEC11	0,137 ± 0,004 ^b	5,073 ± 0,115 ^d
10. NMAF36b	0,143 ± 0,007 ^b	5,187 ± 0,200 ^e

μ ± σ Média de 3 determinações; diferentes letras evidenciam diferenças significativas (p ≤ 0,05) entre amostras

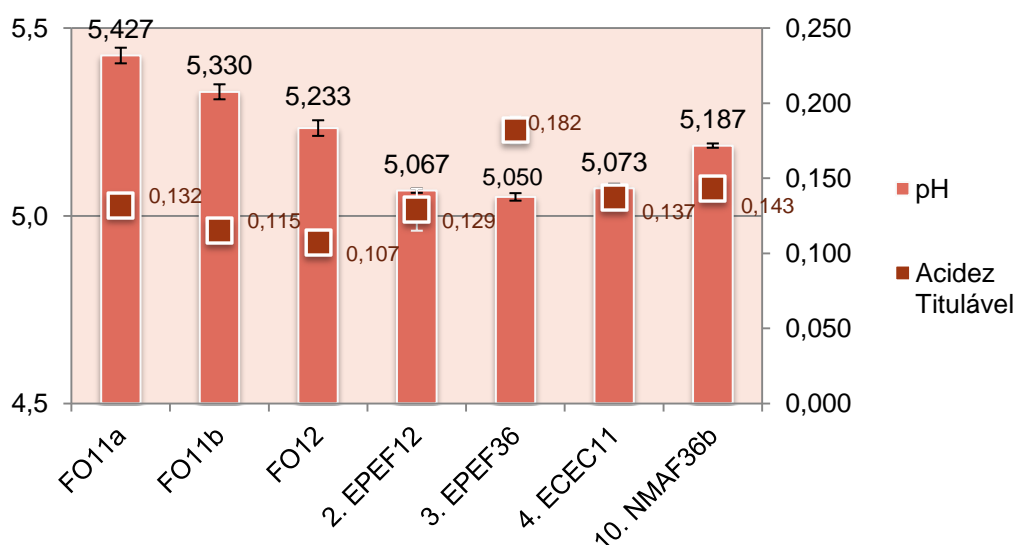


Figura 24 - Teor de acidez titulável e pH

A acidez titulável situou-se entre 0,107 e 0,182 meq NaOH / 100 g para as amostras em estudo.

Em relação à tecnologia, o pH inicial para o café preparado por via seca (Ilha do Fogo) deverá rondar os 6,0; tendo sido sujeito a uma torra leve, o valor de pH é cerca de 4,9; com uma torra média o valor é 5,1 (Anjos, 2005). Tendo isto em conta e acrescentando que as amostras foram torradas com intensidade média, os valores da Ilha do Fogo apresentam valores entre 5,2 e 5,4, os quais estão próximos de 5,1, como indica Anjos, (2005).

De acordo com Belitz et al., (1988), a bebida resultante de uma infusão de café torrado, apresenta um sabor considerado agradável para o consumidor com ligeira acidez entre os valores de pH 4,9 e 5,2. Considerando esta escala e tendo em conta os valores obtidos com

as amostras em estudo, apenas as do Fogo não se encontram abrangidas pela escala. Isto deve-se ao facto de ser um café preparado por via seca.

3.3.4 Sólidos solúveis – Café Torrado

Neste estudo, a fracção de sólidos solúveis situou-se entre 18,67% e 22,67% (Quadro 20 e Figura 25).

Quadro 20 - Teor de Sólidos Solúveis

AMOSTRA	% TSS / Matéria Seca
FO11A	18,667 ± 2,309 ^a
FO11B	20,000 ± 0,000 ^a
FO12	17,333 ± 2,309 ^a
2. EPEF12	21,333 ± 2,309 ^a
3. EPEF36	22,667 ± 4,619 ^a
4. ECEC11	20,000 ± 4,000 ^a
10. NMAF36 b	20,000 ± 0,000 ^a

$\mu \pm \sigma$ Média de 3 determinações; diferentes letras evidenciam diferenças significativas ($p \leq 0,05$) entre amostras

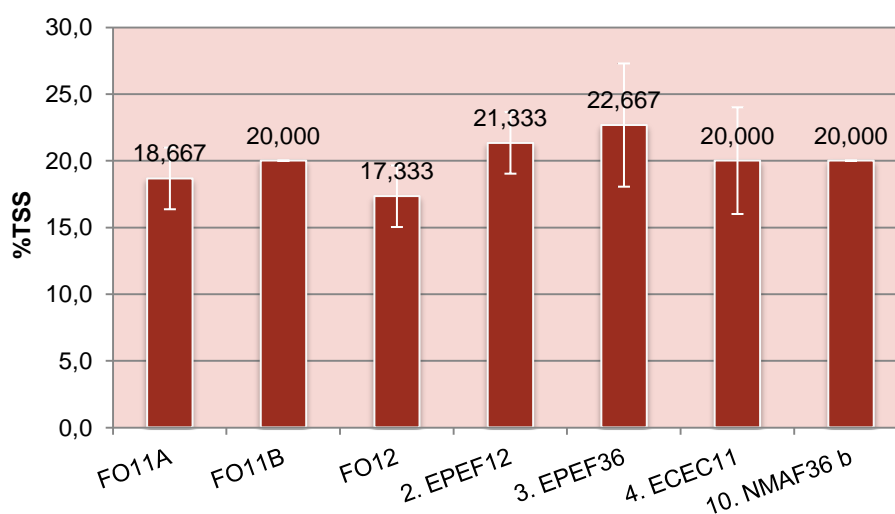


Figura 25 – Teor de Sólidos Solúveis

De uma maneira geral, pode-se afirmar que as amostras do Fogo têm uma percentagem de TSS inferior às de TL, no entanto sem diferença significativa (Anexo 4).

O TSS pode ser afectado pela torra, mas como esta foi executada em condições iguais para todas as amostras, não é um factor a ter em conta neste resultado.

3.3.5 Cafeína e Trigonelina – Café TORRADO

Utilizando as concentrações já referidas para a elaboração das curvas de calibração para a cafeína e trigonelina, obtiveram-se as curvas presentes no Anexo 2.

Os resultados obtidos situavam-se dentro dos limites de detecção do método utilizado neste estudo, e dentro dos teores da curva de calibração.

A quantificação da cafeína e da trigonelina foi efectuada através do HPLC com base na integração dos picos cromatogramas obtidos (Anexo 2) e com o auxílio das curvas de calibração respectivas. Os resultados constam no Quadro 22 e na Figura 26.

Quadro 21 - Quantificação da cafeína e trigonelina (expressa em % massa seca)

Amostra	Cafeína	Trigonelina
FO11A	0,487 ^b	0,423 ^{bc}
FO11B	0,408 ^b	0,330 ^b
FO12	1,019 ^a	0,753 ^{ab}
2. EPEF12	0,890 ^a	0,852 ^a
3. EPEF36	0,510 ^b	0,509 ^b
4. ECEC11	1,001 ^a	0,860 ^a
10. NMAF36 b	0,966 ^a	0,858 ^a

$\mu \pm \sigma$ Média de 2 determinações; diferentes letras evidenciam diferenças significativas ($p \leq 0,05$) entre amostras

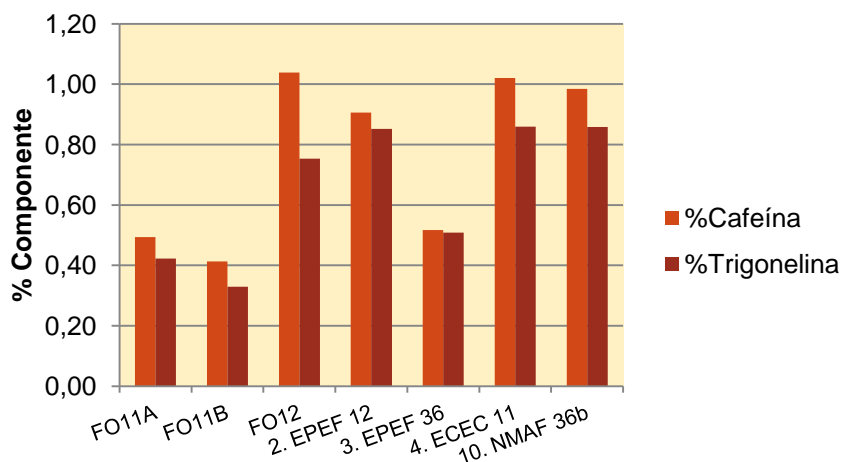


Figura 26 - Teor de Cafeína e Trigonelina nas amostras

Segundo Smith, (1989) o teor de cafeína ronda os 1% no café torrado, o que não está de acordo com as amostras FO11A, FO11B e 3.EPEF36.

Pela análise da Figura 26, pode notar-se que os valores de Cafeína e Trigonelina são muito similares entre cada amostra.

Não se consegue explicar a diferença entre a discrepância de valores que se encontrou, por exemplo entre o ano de 2011 e 2012 das amostras do Fogo, mas poderá estar relacionada com condições de armazenamento e transporte desde a origem.

3.4 Análise sensorial

A realização desta prova foi executada na empresa NovaDelta em Campo Maior, com auxílio do seu Painel de Provadores, de entre os quais foram disponibilizados provadores peritos, os únicos capazes de obter resultados fiáveis e reprodutíveis.

O painel foi constituído por quatro provadores, o que poderia implicar complicações por estes se encontrarem em número par. Porém, este aspecto não afectou os resultados porque todos os provadores eram peritos.

Além disso, o Painel de Provadores foi treinado em concordância com as normas ISO 3972 (1991), ISO 4121 (2003), ISO 5496 (2006), NP ISO 8586-1 (2001), e ISO 109 8586-2 (1994), sendo que o seu treino foi regular e todos possuíam muita experiência. Este aspecto é uma grande vantagem, visto que o treino de Painel não se finaliza apenas com o publicado nestes normativos; é exigida também uma certa experiência para que se consiga ter em conta a diversidade de produtos reais (no que respeita, por exemplo, à espécie, à variedade, à origem geográfica e à torra, etc.), e aos defeitos que os mesmos podem apresentar (intrínsecos e extrínsecos ao fruto).

Este aspecto foi de facto uma mais-valia em relação a possíveis adversidades que poderiam ter aparecido no caso do café da Ilha do Fogo (nunca antes presente em provas sensoriais e com características desconhecidas).

Relativamente ao laboratório utilizado, este cumpria as normas citadas anteriormente, ISO 8589 (2007), sendo que o local de ensaio possuía 7 cabinas (suficientes para que a prova decorresse toda ao mesmo tempo, ou seja, sempre com as mesmas condições ambientais).

Em relação à prova propriamente dita, esta seguiu um método ADQ e foi fornecida aos provadores apenas a informação considerada estritamente necessária para a realização da prova, de modo a não influenciar as respostas dos mesmos, aquando da realização das provas (NP ISO 8586-1, 2001).

Quanto à ficha de prova, e após a análise da ICO (2007) e das normas ISO 5492 (1992), NP ISO 8586-1 (2001) e ABIC (2007), procedeu-se à escolha, adaptação e substituição dos descritores (Anexo 3) propostos. Este procedimento visou também, a clarificação do significado/ definição de cada atributo e do vocabulário a utilizar na escala da ficha, para que, posteriormente fossem utilizados, de forma consensual e sem redundâncias.

Aquando da prova, prestaram-se informações muito gerais sobre a espécie de café a analisar e sobre as variáveis envolvidas na análise sensorial (grau de torra, defeitos, odor, aroma, gosto, sensação bucal, e avaliação global).

No Anexo 3 encontram-se os resultados médios dos quatro provadores, os quais apresentam valores muito similares nas suas opiniões, à partida por se tratarem de provadores peritos (Figura 27).

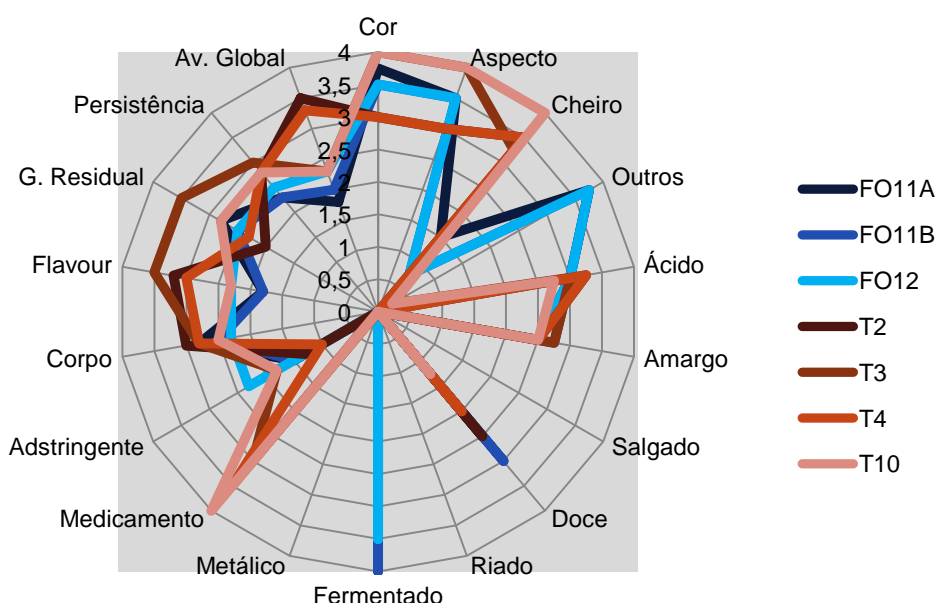


Figura 27 – Resultados médios da análise sensorial

Pela observação da Figura 27, é de salientar a nota mais alta da Avaliação Global, atribuída à amostra 2. EPEF12, o que se deve maioritariamente às suas notas elevadas no que toca à percepção sentida na boca: *flavour*, corpo e baixo gosto residual e adstringência.

Pela análise do gráfico, os provadores conseguiram detectar também, elevados níveis de acidez em todas as amostras. Este atributo poderá advir do próprio café arábica, muito rico em acidez.

É ainda importante reter, que não foram identificados defeitos nas infusões, à excepção da amostra 10. NMAF36b, a qual tinha sabor a medicamento (neste caso, detectou-se naftalina). Este aspecto poderá dever-se a condições de transporte, altura a qual poderá ter contactado com este produto.

De notar que é desnecessário fermentar as amostras de Cabo Verde mais de 12 horas, atendendo às avaliações efectuadas pelos provadores.

Por fim, é importante salientar a avaliação global atribuída aos cafés do Fogo não é muito elevada, facto este que pode ser explicado pelo elevado sabor frutado, juventude e sabor fermentado dos cafés.

3.5 Estudo de Correlações

Os resultados obtidos na matriz de correlações das variáveis encontram-se no Anexo 6.

Pela análise da matriz, verificou-se que existem diversas relações entre as amostras e que embora não significativas, são exemplo de correlações elevadas:

- O aumento de volume e a perda de massa – valor de correlação 0,7;
- Acidez da bebida e corpo (0,6);
- Doce e fermentado (0,7) – que está atribuído à juventude dos cafés;

Por outro lado, muitas das correlações são significativas, nomeadamente ao nível de:

- O cheiro e persistência (0,9), o que poderá implicar que algum do aroma sentido vai influenciar as percepções bucais;

- O cheiro e o atributo medicamento (0,8) / Outros cheiros e fermentado (0,99) que demonstram de alguma forma a perícia do provador em detectar defeitos logo na fase inicial da prova;

- Verifica-se que o *flavour* está fortemente correlacionado com o teor de 3,5-diCQA (0,8) e este por sua vez com a persistência (0,95), o que nos leva a indagar a possibilidade de o teor de 3,5-diCQA ser determinante nas percepções bucais, porque comparando o *flavour* com a persistência, verifica-se um coeficiente de correlação na ordem 0,9;

No entanto, e para se conseguir perceber de que modo estes coeficientes são influenciados pelas diferentes amostras, procedeu-se a uma ACP.

3.6 Análise em Componentes Principais

Submetendo então os dados à ACP, resultaram os gráficos apresentados nas Figuras 28 e 29, que permitem perceber as relações existentes entre análises e amostras.

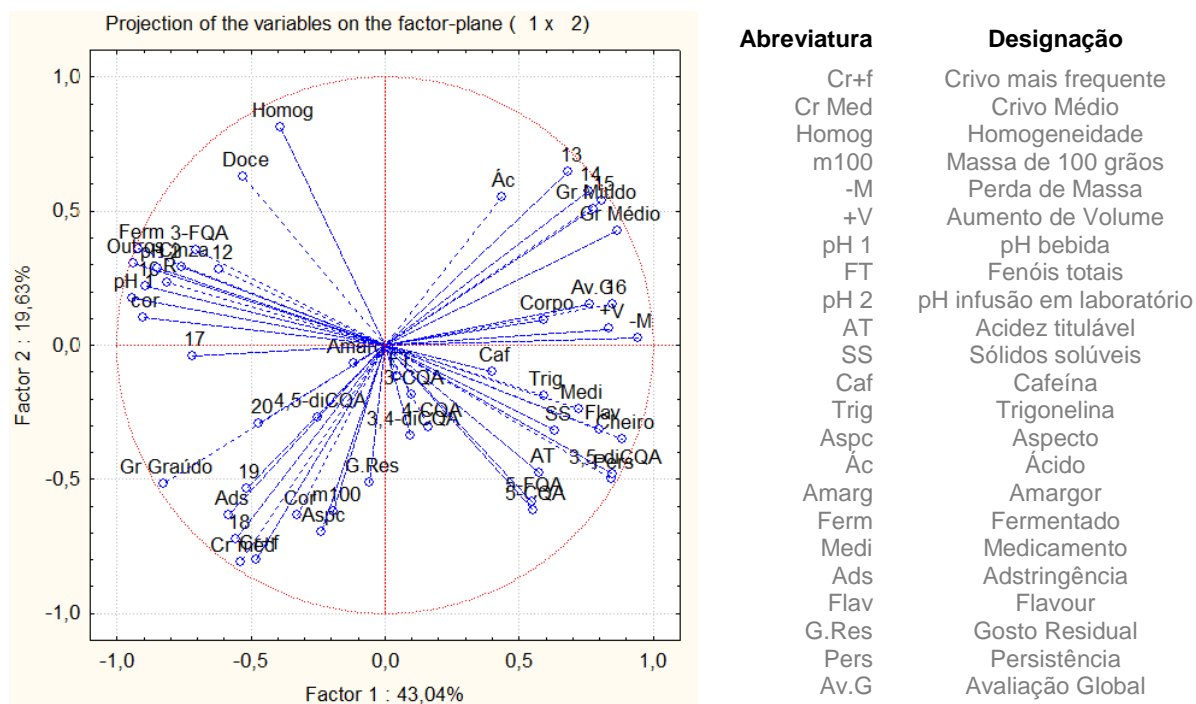


Figura 28 - Projecção das análises executadas sobre o plano F1xF2 definido pelas duas componentes principais relativas ao estudo das amostras

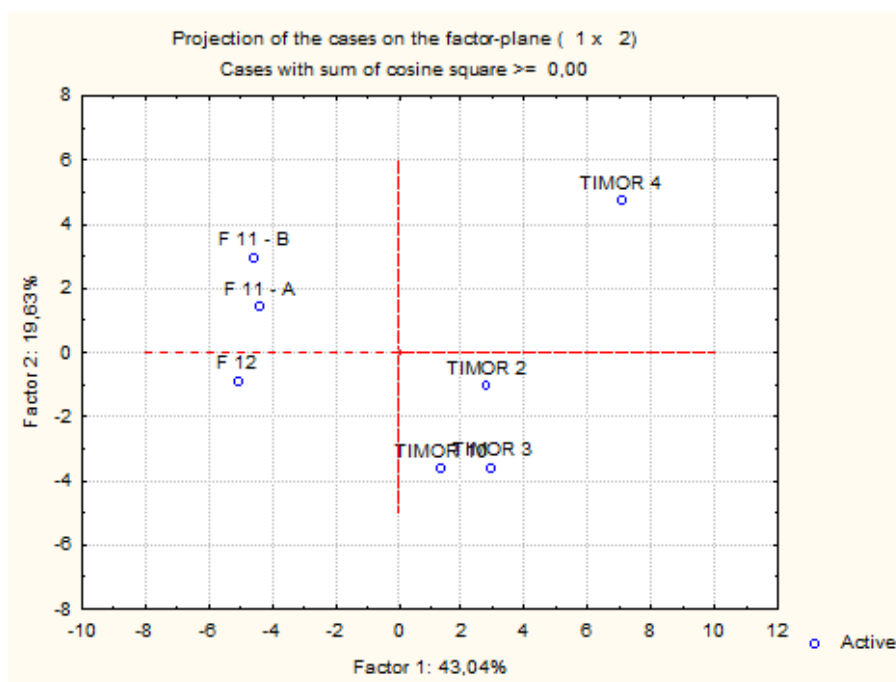


Figura 29 - Projecção das amostras de café sobre o plano F1xF2 definido pelas duas componentes principais relativas ao estudo de caracterização físico-química

Pelas Figuras 28 e 29, podemos observar que o conjunto dos dois factores explica cerca de 62% da variância total dos dados.

Pode observar-se ainda, que estão associados à amostra 4. ECEC11 valores mais elevados de Grão Miúdo e Médio, Crivos 13 e 14 o que está de acordo com a granulometria da amostra, pois foi crivada na origem, sendo constituída na sua maioria por grãos Moca.

De acordo com a Figura 28, pode ainda concluir-se que a amostra 4. ECEC11 está associada a maiores perdas de massa e aumento de volume na torra, facto este associado também à granulometria. Atendendo a isto, comprova-se pela Figura 29 o distanciamento desta amostra de todas as outras, em maioria por possuir características de granulometria tão distintas.

Em relação às outras amostras de TL, estas são caracterizadas na maioria por descritores avaliados na análise sensorial, como é o caso da persistência, cheiro, *flavour* e sabor a medicamento.

Relacionando-as com as análises químicas, pode ver-se pela Figura 28 que as amostras 2. EPEF12, 3. EPEF36 e 10. NMAF36b estão associadas aos teores mais elevados de ácidos clorogénicos, acidez titulável e teor de sólidos solúveis. De facto, todos estes parâmetros são os que mais influenciam a análise sensorial, em termos de percepções bucais (*flavour* e persistência), de acordo com o descrito no parágrafo anterior.

Em relação às amostras do Fogo, podemos notar pela Figura 29 que a amostra de 2012 se opõe às do ano anterior. Este facto está relacionado com o tamanho dos grãos da amostra FO12, que apresenta os valores mais acentuados de grão graúdo, massa de 100 grãos e crivo médio mais alto.

Por outro lado, as amostras de 2011 são caracterizadas pela sua composição química, nomeadamente ao nível do teor mineral, pH e ainda de acordo com a análise sensorial ao nível de sabor a fermentado.

É de notar ainda pela Figura 28, o distanciamento global das amostras de TL relativamente às do Fogo, para a 1ª componente principal.

4. Conclusões

Este trabalho conduziu a diversas conclusões, as quais se apresentam seguidamente, organizadas de acordo com os objectivos iniciais do estudo.

Qualidade comercial

Os grãos da maioria das amostras apresentaram elevados valores de massa (a massa de 100 grãos esteve sempre próxima de 20 g). A variabilidade dos valores encontrados nas amostras dever-se-á essencialmente aos grãos moca, presentes em quantidades diferentes em quase em todas as amostras e também com a origem.

Através de ACP confirma-se a existência de correlação entre a massa de 100 grãos e os crivos 19 e 20, uma vez que existe proximidade entre estes três pontos, (Figura 28). Assim, a massa e a dimensão dos grãos estão, pois, correlacionadas. Verificou-se, ainda, que a massa de 100 grãos tem valores baixos de correlação com os outros crivos, o que poderá permitir, em análises posteriores, atender apenas ao valor da massa de 100 grãos como indicador da granulometria das amostras.

As amostras têm grão graúdo (entre os crivos 20 e 17), à excepção da amostra 4 de Timor-Leste, por ser constituída por grãos moca e o crivo médio situou-se entre 14,860 e 18,356. A amostra de menor calibre era constituída essencialmente por grãos moca (94,5%), que por ACP aparece associada à amostra 4. ECEC11, crivada na origem.

A homogeneidade comercial é bastante elevada no caso do Fogo (entre 64 a 67%), tendo em conta que são grãos não beneficiados.

Já em relação a TL, a homogeneidade comercial apresenta valores mais baixos (de 46-52%), maioritariamente devido à quantidade superior de defeitos nos grãos.

Relativamente aos defeitos, as amostras estão de acordo com o DL 53/1989, de 22 de Fevereiro, pois não possuem mais de 10% de defeitos. Efectivamente, tendo em conta o método de colheita realizado na Ilha do Fogo (colheita não selectiva), pode-se afirmar que os valores de defeitos são muito melhores quando comparados com TL (cerca de 3% contra 5%).

Em relação aos teores de humidade, estes situam-se entre 8,3 e 10,3%, valores que estão dentro dos limites estipulados pela ICO como condição de exportação (8 a 12%).

Embora estes valores sejam seguros, é de notar que os cafés do Fogo apresentam valores de humidade mais baixos do que seria necessário. Este facto, que pode estar a subvalorizar este café, pode dever-se a uma secagem excessiva por parte dos produtores do Fogo, ou estar relacionado com o clima muito seco, característico de Cabo Verde.

Em relação às amostras de TL, por observação dos valores obtidos por Ximenes (2010), podemos afirmar que também são seguros. No entanto, e com a repetição deste

método este ano, conclui-se que houve perdas de água na ordem dos 1%, apesar de as amostras se apresentarem acondicionadas em frascos.

Qualidade físico-química

Tendo em conta que a torra foi sempre realizada nas mesmas condições, as diferenças dos parâmetros estudados nas amostras depende apenas da composição química das sementes.

No entanto, as alterações ocorridas na torra dividem-se entre as origens, sendo que o café do Fogo, apresenta menos intensidade de cor e pH e o de TL maior aumento de volume e perda de massa, como já explicado, associadas à amostra 4. ECEC11.

É ainda de salientar que a torra segue um padrão global que permite relacionar as amostras entre si, independentemente da origem:

- cor e perda de massa - valor de correlação significativo e muito próximo de -1 – a perda de massa é tanto maior quanto mais escura ficar a semente (índice de cor mais baixo, daí o valor negativo).

- cor e pH da bebida – valor elevado de correlação significativo - quanto mais claro o grão, menor o pH (mais ácido), característica acentuada no café arábica verde.

Já no caso da cinza, os valores situam-se entre 4 e 4,4%, sendo que os valores do Fogo são mais elevados (4,2-4,4% e este último é do FO12).

O facto de as amostras terem maior teor de cinza e pH mais elevado, levou-nos através de ACP, a verificar que este parâmetro está correlacionado com as seguintes variáveis estudadas: pH (da bebida expresso e do método, 0,9 em ambos os casos); Cor desenvolvida durante a torra; outros sabores e sabor e cheiro a fermentação (0,8 e 0,7 respectivamente).

Conclui-se que a composição química do solo (minerais) afecta as características do café que se reflectem no pH da bebida, grãos e cor menos intensa do café torrado. Também parece estar relacionado com sabor e cheiro a fermentação e outros sabores da bebida, revelados durante as provas organolépticas da infusão. O estudo dos constituintes da cinza deste café ajudará a compreender estas constatações.

Qualidade organoléptica

Aquando da prova sensorial, fomos percebendo a opinião dos provadores, sendo que o café do Fogo possuía um cheiro e sabor intenso a fermentação. As amostras 2. EPEF12 e 4. ECEC11 de TL que tinham valores de maior acidez eram pouco amargas e adstringentes. No entanto, as amostras 3. EPEF36 e 10. NMAF36b tinham sabor e cheiro intenso a medicamento (naftalina), comprovado pela ACP.

Assim sendo, através de métodos gráficos da ACP e por análise da matriz de covariâncias, pudemos concluir que existem correlações significativas a nível de:

- A granulometria está correlacionada com os crivos e com a massa de 100 grãos;

- Os fenóis totais correlacionam-se com o gosto residual, percebido na análise sensorial;
- O pH da infusão vem associado ao teor de cinza, variáveis que demonstram um coeficiente de correlação na ordem dos 0,9;
- A acidez titulável e o atributo Doce correlacionam-se negativamente, pois quanto mais ácida for a bebida, menos sensação de doçura terá um provador;
- Ainda a nível sensorial, a cor (desenvolvida na torra) está correlacionada com o aspecto (avaliado na análise sensorial), o que nos leva a afirmar que o aspecto do café depende da cor formada;
- O *flavour* aparece correlacionado com a persistência do café a nível das sensações bucais;

Caracterização global das amostras

As amostras do Fogo discriminam-se claramente das de Timor devido a apresentarem valores mais elevados de cinza, pH (na bebida expresso e nos grãos de café verde) e menor intensidade de cor do grão torrado.

A análise sensorial da infusão evidenciou maior intensidade de cheiro e sabor a “fermentação”, associado a um café jovem e com aromas muito frutados.

Estas amostras possuem menores valores nas seguintes variáveis: *flavour*, cheiro característico, acidez, corpo e avaliação global da infusão, sólidos solúveis, aumento de volume durante a torra, persistência e teor de ácidos clorogénicos, como podemos ver pelas Figuras 28 e 29, que apresentam as características citadas no lado direito (referente a TL).

Os teores mais elevados de cinza e a sua correlação com outras variáveis parecem permitir concluir que a composição química do solo (minerais) afecta as características do café que se reflectem num pH mais elevado da bebida e cor menos intensa do café torrado.

Também parece estar relacionado com sabor e cheiro a fermentação e outros sabores da bebida, revelados durante as provas organolépticas da infusão. Um futuro estudo dos constituintes da cinza deste café será útil para compreender estas constatações.

A amostra do Fogo de 2012 possui maior granulometria que as de 2011. Dado que as amostras foram colhidas na mesma área de cultura, este facto dever-se-á provavelmente a diferenças na queda pluviométrica ocorrida nos dois anos.

Em relação a TL, as quatro amostras estudadas dividem-se em dois grupos:

- (1) amostra 4, com valores superiores de acidez, corpo e avaliação global da infusão e também valores superiores de perda de massa durante a torra, associados à granulometria;
- (2) amostras 2, 3 e 10, que se destacaram sobretudo pela presença de cheiro e sabor a medicamento na infusão, mas também por apresentarem maiores valores de acidez titulável, fenóis totais, acidez titulável, persistência, e teor de ácidos clorogénicos.

Considerações finais

Este trabalho deve ser entendido como sendo um estudo preliminar e as suas conclusões como indicativas. Deverá ser continuado e aprofundado quer nos aspectos físicos e sensoriais aqui abordados quer no que se refere à caracterização físico-química. O café do Fogo deverá ser comparado com outras origens, de modo a perceber de que forma as condições ambientais e os métodos de preparação do café são um factor determinante na qualidade do produto final.

Sugere-se aos Governos dos dois países a criação e desenvolvimento de uma entidade institucional que, para a cultura e tecnologia do café, actue, dando formação, estabelecendo critérios e procedendo ao controlo de qualidade de modo a impulsionar a abertura do mercado exterior para a compra do café do Fogo.

IV. Referências Bibliográficas

- ALMEIDA, M. H. G. (1998), Cacao – Tecnologia Pós-Colheita. A fracção volátil no “flavour”, Dissert. Provas Dout. Engenharia Agro-Industrial, Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa.
- ANDUEZA S.; MAEZTU L.; PASCUAL L.; IBAÑEZ C. e de PEÑA M.P. (2003) Influence of extraction temperature on the final quality of espresso coffee. *J Agric Food Chem* 83: 240-248.
- ANJOS, V. (2005) Estudo do acondicionamento de café torrado e moído em sistemas unitários, Dissertação de Doutoramento em Tecnologia dos Alimentos, Campinas, Faculdade de Engenharia dos Alimentos / Universidade Estadual de Campinas.
- AOAC (1995) Coffee and Tea. *AOAC International - Association of Official Analytical*
- AOAC (1996) Definition of Terms and Explanatory Notes. *AOAC International - Official*
- BATALHA, P. G. (2009), Caracterização do cacao Catongo de São Tomé e Príncipe, Universidade Técnica de Lisboa – Instituto Superior de Agronomia.
- BELITZ, H.D.; GROSH, W. (1988) *Química de los alimentos*, Zaragoza, Acribia (cit. BICHO, 2008).
- BICHO, N. (2008) *Estudo de Alguns Parâmetros Cromáticos, Sensoriais, Tecnológicos, Físicos e Químicos do Grão de Café*, Dissertação de Doutoramento em Ciências do Ambiente, Lisboa, Faculdade de Ciências e Tecnologia / Universidade Nova de Lisboa.
- BLANC, M. (1979) Les acides carboxyliques du café: mise au point et résultats de différents déterminations. In: *Huitième Colloque Scientifique sur le Café*, ASIC, Paris, 73-78 (cit. CORREIA, 1990).
- CARDOSO A.P.S. (1994) Café-Cultura e tecnologia primária. *Instituto de Investigação Tropical*, 169p.
- CARVAJAL J.F. (1984) Café-cultivo y fertilización. *Instituto Internacional da Potassa*, Berna, 254p.
- CHAPMAN K.W.; LAWLESS H.T. e BOOR K.J. (2001) Quantitative descriptive analysis and principal component analysis for sensory characterization of ultrapasteurized milk. *J Dairy Sci*, 84: 12-20.
- CLARENCE-SMITH W.G. (2003) The global coffee economy in Africa, Asia and Latin America, 1500-1989. *Cambridge University Press*, 463p.
- CLARKE R.J. (1987) Green coffee processing. In Clifford MN, Wilson KC (editores) Coffee, botany, biochemistry and production of beans and beverage. *Croom Helm e Methuen Inc*, Nova Iorque, EUA, 230-250.

- CLIFFORD, M.N. (1985) Chlorogenic Acids, *In*: CLARKE, R. J.; MACRAE, R. (eds), *Coffee, Vol. 1, Chemistry*, London, Elsevier Applied Science Publishers, 153-202 (cit. CORREIA, 1990).
- CLIFFORD M.N. (1987) Chemical and physical aspects of green coffee products. *In* CLIFFORD M.N., Wilson KC (editores) *Coffee, botany, biochemistry and production of beans and beverage. Croom Helm e Methuen Inc*, Nova Iorque, EUA, 305-374.
- CORREIA, A.M.N.G. (1995) . *Manual da Tecnologia do Café – Associação de Técnicos de Culturas Tropicais – Porto-* 177 p.
- CORREIA, M.N.G. (1990). *Influência da torra na evolução dos ácidos clorogénicos do café*, Dissertação de Doutoramento, Instituto Superior de Agronomia. Universidade Técnica de Lisboa. 281p.
- COSTE, R. (1992) *Coffee: the plant and the product*, London, MacMillan Press Ltd. (cit. BICHO, 2008).
- CROS et al (1982), *Recherche d'un indice de fermentation du cacao: II. Estimation de la matière colorante rouge des fèves de cacao, Café Cacao, Thé*, 26 (2): 115-122.
- DA PORTO, C.; NICOLI, M.C.; SEVERINI, C.; SENSIDONI, A.; LERICI, C.R. (1991) *Study on physical and physicochemical changes in coffee beans during roasting*, Note 2. *Italian Journal of Food Science*, (3): 197-207 (cit. ANJOS, 2005).
- DART, S.K.; NURSTEN, H.E. (1986) Volatile components, *In*: Clarke, R.J.; Macrae, R. (eds.) *Coffee Vol. 1, Chemistry*, London, Elsevier Applied Science Publishers, 223-265 (cit. ANJOS, 2005).
- DICUM G. e LUTTINGER N. (1999) *The coffee book: anatomy of an industry from crop to the last drop*. New Press, 196p.
- Decreto de Lei 53/1989, de 22 de Fevereiro. Estabelece regras sobre as características, acondicionamento e rotulagem dos cafés e sucedâneos.
- EMBRAPA. *Obtenção de café com qualidade no acre*. Ministério da Agricultura e do Abastecimento, Agosto 2000. ISSN 0100-9915.
- ESTEVES, A.B.; SANTOS OLIVEIRA, J. (1970) Contribuição para o estudo das características dos cafés de Angola, *Junta de Investigação dos Cafés do Ultramar – estudos ensaios e documentos*, 49-121 (cit. BICHO, 2008).
- ESTEVES, E (2009). *Análise Sensorial Apontamentos para as aulas teóricas da disciplina de Análise Sensorial do Curso de Engenharia Alimentar*. Universidade do Algarve - Instituto Superior De Engenharia. Área Departamental Eng.^a Alimentar.
- FARAH A, De Paulis T, Trugo LC e Martin PR (2005) *Effect of roasting on the formation of chlorogenic acid lactones in coffee*. *J Agric Food Chem* 53: 1505-1513.
- FERRÃO, J. (2009) *O CAFÉ, A bebida negra dos sonhos claros*, Lisboa, Chaves Ferreira Publicações.

- FLAMENT, I.; CHEVALLIER, C. (1988) Analysis of volatile constituents of coffee aroma, *Chemistry and Industry*, (18): 592-596 (cit. ANJOS, 2005).
- GONÇALVES, M.L.S.S. (1976) *Métodos instrumentais para análise de soluções – Análise quantitativa*. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 4ª edição.
- GUERREIRO F. O, Duarte AP, Costa WM, Kanthack RAD, Reco PC, Ramiro DA e Fazuoli L.C. (2000) Comportamento de linhagens do cultivar Icatu de *Coffea arábica* na região de Assis, SP. *I Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil*, Poços de Caldas-MG, 504-506.
- HATTOX, R. S. (1985). Coffee and coffeehouses: the origins of a social beverage in the medieval near east, University of Washington Press, 178p.
- ICO (2007) Definitions for the vocabulary to describe the flavour of a coffee brew. *International Coffee Organization*, <http://www.ico.org/vocab.asp>, 15/1/07.
- ILLY, A.; ILLY; VIANI, R.; ILLY, E.; MACRAE, R.; PETRACCO, M.; SONDAHL, M.; VALUSSI, S. (1998) *Espresso Coffee: The Chemistry of Quality*, 3rd ed. London, Academic Press Limited (cit. ANJOS, 2005).
- INSTRUÇÃO Normativa nº 8 (11/6/2003) Regulamento técnico de identidade e de qualidade para a classificação do café beneficiado grão cru. *Ministério de Estado da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*, Brasil, 12p.
- KY LC, LOUARN J, DUSSERT S, GUYOT B, HAMON S E NOIROT M (2001) Caffeine, trigonelline, chlorogenic acids and sucrose diversity in wild *Coffea arabica* L. and C.
- MACRAE, R. (1985) Nitrogenous components, *In* CLARKE, R.J.; MACRAE, R. (eds) *Coffee vol. 1 Chemistry*, London, Elsevier Applied Science Publishers, 115-152 (cit. CORREIA, 1990).
- MALAVOLTA. E. (1986) Nutrição, adubação e calagem do cafeeiro. *In* Cultura do cafeeirofactores que afectam a produtividade, *Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fósforo*, Piracicaba-S. Paulo, 165-173.
- MARQUES, J. M. S. S., (2011). Transformações físico-químicas e sensoriais durante o envelhecimento de café torrado em grão. Dissertação de Mestrado em Qualidade e Segurança Alimentar, Lisboa, Instituto Superior de Agronomia / Universidade Técnica de Lisboa.
- NETO, J.M.M.; MOITA, G.C. (1998) Uma introdução à análise exploratória de dados multivariados. *Química Nova*, 21: 467-469 (cit. BICHO, 2008).
- NORMA Portuguesa NP 1535 (1977) Café-Terminologia. Repartição de Normalização da Inspeção Geral dos Produtos Agrícolas Industriais, 6p.
- NORMA Portuguesa I-1636 (1981) Café verde. Análise granulométrica. Crivagem manual. Direcção Geral da Qualidade, Lisboa, 4p.

- NORMA Internacional ISO 10095 (1992) Coffee-Determination of caffeine content-Method using high-performance liquid chromatography. *International Organization for Standardization*, 6p.
- NORMA Internacional ISO 10470 (2004). Green coffee. Defect reference chart. *International Organization for Standardization*, 15 p.
- NORMA Internacional ISO 3972 (1991) Sensory analysis. Methodology - method of investigating sensitivity of taste. *International Organization for Standardization*, 7p.
- NORMA Internacional ISO 4121 (2003) Sensory analysis. Guidelines for the use of quantitative response scales. *International Organization for Standardization*, 7p.
- NORMA Internacional ISO 4149 (1980) Green coffee - Olfactory and visual examination and determination of foreign matter and defects. *International Organization for Standardization*, 8p.
- NORMA Internacional ISO 4150 (1991) Green coffee-Size analysis-Manual sieving. *International Organization for Standardization*, 6p.
- NORMA Internacional ISO 5492 (1992) Sensory analysis-vocabulary; analyse sensorielle vocabulaire. *International Organization for Standardization*, 23p.
- NORMA Internacional ISO 5496 (2006) Sensory analysis. Methodology - initiation and training of assessors in the detection and recognition of odours. *International Organization for Standardization*, 13p.
- NORMA Internacional ISO 6658 (2005) Sensory analysis. Methodology - general guidance. *International Organization for Standardization*, 14p.
- NORMA Internacional ISO 6668 (1991) Green coffee. Preparation of samples for use in sensory analysis. *International Organization for Standardization*, 3p.
- NORMA Internacional ISO 6673 (2003) Green coffee-Determination of loss in mass at 105 °C. *International Organization for Standardization*, 4p.
- NORMA Internacional ISO 8586-2 (1994) Sensory analysis. General guidance for the selection, training and monitoring of assessors. Part 2: Experts. *International Organization for Standardization*, 10p.
- NORMA Internacional ISO 8589 (2007) Sensory analysis. General guidance for the design of test rooms. *International Organization for Standardization*, 9p.
- NORMA Portuguesa NP ISO 8586-1 (2001). Análise sensorial. Guia geral para a selecção, treino e controlo dos provadores. Parte 1-provadores qualificados. *Instituto Português de Qualidade, Caparica, Portugal*, 28p.
- NORMA Portuguesa NP 1521 (1985) Café verde: Determinação de corpos estranhos e determinação de defeitos provenientes de frutos do cafeeiro. *Instituto Português de Qualidade, Lisboa*, 4p.
- NORONHA, J. (2003) *Análise Sensorial – Metodologia*, Escola Superior Agrária de Coimbra.

- NUTRICAFÉS (2009) Folheto Informativo sobre café arábica e robusta, moenda e análise sensorial.
- ONWUEME I.C. e SINHA T.D. (1991) Field crop production in tropical Africa-Principles and practice. *C.T.A., Wageningen, Netherlands*, 480p.
- PENDERGRAST M. (1999) Un common grounds: the history of coffee and how it transformed our world. *Basic Books eds, Nova Iorque*, 457p.
- PERALTA, M.F., et al. (1973) Constituantes minerais dos cafés de Angola. In: *Cinquième Colloque International sur la Chimie des Cafés Verts, Torrefiés et leurs Dérivés*, ASIC, Paris, 85-90 (Cit CORREIA, 1990).
- POISSON, J. (1979) Aspects chimiques et biologiques de la composition du café vert. In: *Huitième Colloque International sur le Café*, ASIC, Paris, 33-57 (cit. CORREIA, 1995).
- PR NORMA Portuguesa 4263:1994. Análise Sensorial- Vocabulário. IPQ, Lisboa.
- RAMALHO J.C. (2002) O cafeeiro. Aspectos gerais da sua biologia e cultura. *Comunicações, Instituto de Investigação Científica e Tropical*, Ministério da Ciência e do Ensino Superior, Lisboa, 44p.
- RIBOLHOS, I.N. (2010) Relatório de Estágio – Delta Cafés. Instituto Superior de Agronomia – Lisboa.
- ROSSETTI, R. P. (2007) Determinação de fenóis totais em frutos do café: avaliações em diferentes estados de maturação. Dissertação de Mestrado em Ciências. Instituto de Química da USP, Brasil.
- SALVA T.J.G. e LIMA V.B. (2007) A composição química do café e as características da bebida e do grão. *O Agrônomo, Campinas*, 59: 57-59.
- SIMÕES, C.M.O.; SCHENKEL E.P.; GOSMANN, G.; MELLO, J.C.P.; MENTZ (2003). Farmacognosia: da planta ao medicamento. 3.ed. Porto Alegre/Florianópolis: Editora da Universidade UFRGS/ Editora da UFSC, Capítulo 1, p.13-26, 2001.
- SIVETZ, M.; DESROSIER, N.W. (1979) *Coffee technology*. Westport, AVI Publishing Co. (cit. BARTOLOMEU, 1997).
- SMITH A.W. (1989) Introduction. In Clarke RJ e Macrae R (editores), *Coffee, I: Chemistry, Elsevier Applied Science Publishers Co Ltd, Londres e Nova Iorque*, 1-41.
- SMITH G.M. (1999) From bean to brew: a history of coffee and coffeehouses. *Catgris*, Pr. 1ª ed, 61p.
- SMITH R.F. (1987) A history of coffee. In Clifford MN, Wilson KC (editores) *Coffee, botany, biochemistry and production of beans and beverage. Croom Helm e Methuen Inc, Nova Iorque, EUA*, 1-12.
- SOARES, M. A. C. S., (1969) O Café de TL. Contribuições para a Sua Caracterização, MEAU. Lisboa, 629. 180 p. (mimeograf.) (Relatório final do curso de engenheiro agrônomo).

- TRUGO, L. C., (1984) Chlorogenic Acid Composition of Instant Coffees. Department of Food Science, University of Reading, London Road, Reading, RG7 5AQ, UK.
- VIANI R. (1986) Coffee. In Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, vol A7.VCH Verlagsgesellschaft, Weinheim, 315-339.
- WOODMAN, J.S., *et al.* (1969) The carboxylic acids of brewed coffee. *In: Troisième Colloque International sur la Chimie des Cafés Verts, Torrefiés et leurs Dérivés*, ASIC, Paris, 137-143 (cit. CORREIA, 1990).
- WRIGLEY G. (1988) Coffee. Tropical Agriculture series. *Longman Scientific and Technical*, Singapura, 639.
- XABREGAS J.; GOMES V.; CORTE dos SANTOS A.; NOGUEIRA C.; GONÇALVES A. e MEXIA J.T. (1971) Análise de algumas características dos cafés verdes de Angola. ASIC-5º International Colloquium on the Chemistry of Coffee, Lisboa, 27-44.
- XIMENES, M. A., (2010). A tecnologia pós-colheita, e qualidade física e organoléptica de café Arábica de Timor. Dissertação de Mestrado em Qualidade e Segurança Alimentar, Lisboa, Instituto Superior de Agronomia / Universidade Técnica de Lisboa.
- YERANSIAN, J. A.; Kadin, H.; Borker, E.; J. Volatile components in roasted coffee. 315p.

1. Cibergrafia

SILVA, R. O. *Perspectivas do consumo mundial de café*. Disponível em: «<http://www.ico.org/news/1205-guaruja-p.pdf>». Consultado em: 20-Abr-2012.

Análise Sensorial. Disponível em: «<http://pt.scribd.com/doc/11757612/Analise-Sensorial-de-Alimentos-Capitulo-6>». Consultado em: 19-Ago-2012.

Mosteiros (concelho de Cabo Verde). Disponível em: «[http://pt.wikipedia.org/wiki/Mosteiros_\(concelho_de_Cabo_Verde\)](http://pt.wikipedia.org/wiki/Mosteiros_(concelho_de_Cabo_Verde))». Consultado em: 10-Set-2012.

MARQUES, G. (2005) *Análise em componentes principais – Processamento Estatístico de Sinais*. Disponível em: «<http://www.deetc.isel.ipl.pt/comunicacoesep/disciplinas/pes/pca.pdf>» Consultado em 1-Out-2012.

2. Figuras

Figura 2 - Distribuição da produção mundial de café por regiões geográficas em 2008
Fonte: ICO Anual Review, 2006/11. Disponível em: «<http://www.ico.org/prices/po.htm>», Consultado em: 21-Abr-2012.

Figura 5 - Inflorescência (x 2) de *C. arábica*
Fonte: Pé de Café. Disponível em: «<http://www.pedecafe.com/post.asp?id=34>». Consultado em: 10-Out-2012.

Figura 6 - Flores do cafeeiro
Fonte: Pé de Café. Disponível em: «<http://www.pedecafe.com/post.asp?id=34>». Consultado em: 10-Out-2012.

Figura 7 - Diferentes estados de maturação do fruto.
Fonte: Pé de Café. Disponível em: «http://www.pedecafe.com/img/upload/13042011_Cafe-Maturacao.JPG». Consultado em: 10-Out-2012.

Figura 10 - Mapa da Ilha do Fogo.
Fonte: «http://caboverdeorisandra.no.comunidades.net/imagens/fogo_01.gif». Consultado em: 21-Set-2012.

Figura 12 - Mapa do mundo, referindo a posição de Timor.
Fonte: Comissão Interpaíses Brasil – Portugal & Países de Língua Oficial Portuguesa – http://www.cipplop.org/site/Contents/Img/paises/mapa_timor.gif. Consultado em: 21-Set-2012.

V. Anexos

Anexo 1 – Estudos anexos ao trabalho

Rendimento

Quadro 22 - Rendimento do Descasque

	FO11A	FO11B	FO12
Massa Coco	998,2	1482,8	2663,1
Massa Verde	583,3	862,9	1593,4
Rendimento descasque	58,44%	58,19%	59,83%

Comparação preliminar para adoção do Método da Acidez Titulável e pH

Recorrendo ao uso de uma amostra comercial moída, realizaram-se três ensaios para a realização da Acidez Titulável e do pH (Quadro 24).

Acidez Titulável

Quadro 23 - Valores de Acidez Titulável obtidos para amostra de café comercial

ACIDEZ TITULÁVEL (meq NaOH / g) - TESTE COM CAFÉ COMERCIAL			
Amostra Comercial	Método Cacau	Método AOAC (1995) (mL)	Método AOAC (1995) - com 16h repouso (mL)
1	0,104	0,018	0,0429
2	0,096	0,018	0,046
3	0,104	0,025	0,039
MÉDIA	0,101	0,020	0,043

Uma vez que os valores (Quadro 24) apresentam diferença significativa, pois o p-value é inferior a 0,05 (Figura 30), posso concluir que o método do Cacau é o mais preciso para esta análise.

Univariate Tests of Significance for Método (Spreadsheet5)					
Sigma-restricted parameterization					
Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	0,026990	1	0,026990	1731,273	0,000000
Amostras	0,010468	2	0,005234	335,727	0,000001
Error	0,000094	6	0,000016		

Figura 30 - Anova para aferição de diferença estatística nos valores da Acidez Titulável

pH

Quadro 24 - Valores de pH obtidos para a amostra comercial

pH – TESTE COM CAFÉ COMERCIAL		
Amostra Comercial	pH pela norma AOAC 1996	pH pelo método Cacau
1	5,45	5,46
2	5,46	5,47
3	5,45	5,46
MÉDIA	5,45	5,46

Já no caso do pH e conforme os valores do Quadro 25, o teste de Tukey evidenciou que não existe qualquer diferença estatística (Imagem 31 – p-value > 0,05).

Univariate Tests of Significance for Var2 (Spreadsheet1)					
Sigma-restricted parameterization					
Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	178,7604	1	178,7604	5362812	0,000000
"Var1"	0,0001	1	0,0001	4	0,101192
Error	0,0001	4	0,0000		

Figura 31 - Anova para aferição de diferença estatística nos valores do pH

Anexo 2 – Cromatografia HPLC

Pressupostos teóricos do HPLC

Na cromatografia líquida de alta eficácia o eluente é alimentado através de uma (ou mais) bomba(s), que assegura(m) a passagem de um caudal controlado do eluente ao longo dos diversos componentes do sistema cromatográfico.

A amostra é colocada no loop da válvula de injeção por meio de uma seringa, quando esta está em posição de carga (posição: *load*). Rodando o manípulo da válvula para a posição de injeção (posição: *inject*), dá-se uma alteração no trajecto do eluente no interior desta e a amostra é então arrastada para a coluna. O eluente, que é continuamente bombeado para a coluna, vai arrastar os componentes da amostra (designados vulgarmente por solutos) primeiro para o topo e depois ao longo da coluna. Se os solutos tiverem alguma afinidade pela fase estacionária da coluna, ao longo desta vão-se estabelecer sucessivos equilíbrios de distribuição dos solutos entre a fase móvel (o eluente) e a estacionária. Se as constantes de distribuição para os diversos solutos forem suficientemente diferentes, estes irão deslocar-se ao longo da coluna a velocidades diferentes, saindo da coluna separados uns dos outros.

Em seguida os componentes da amostra passam a um detector, que neste trabalho consistiu num espectrofotómetro de UV/Vis com uma célula de fluxo especialmente desenhada para emitir a medida da absorvância da solução que nela passa sem que se dê alargamento significativo da zona de líquido onde está cada um dos solutos. Um registador, que está ligado ao detector, permitindo obter automaticamente o sinal enviado por este o qual, em primeira aproximação, é proporcional à concentração do componente na solução que passa nesse instante através da célula do detector. A representação gráfica do sinal enviado pelo detector em função do tempo que decorreu desde a injeção da amostra na coluna constitui o que se designa por cromatograma da mistura (Figura 32).

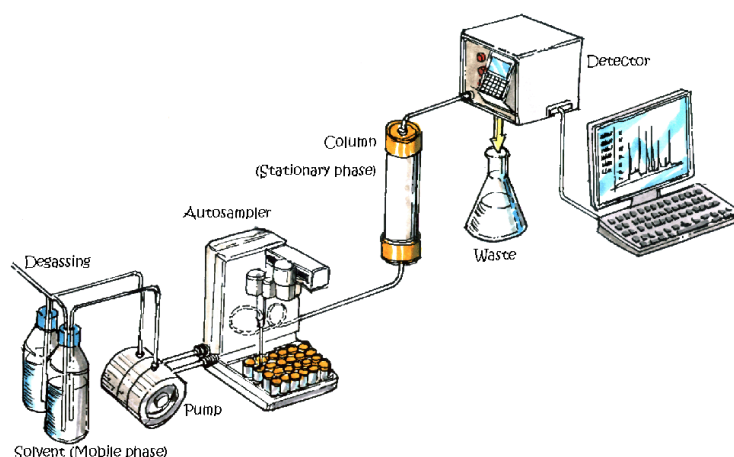
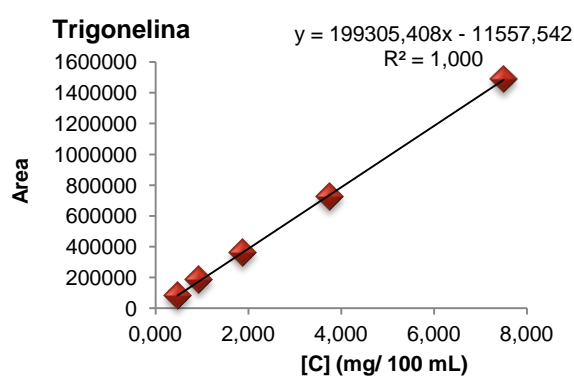
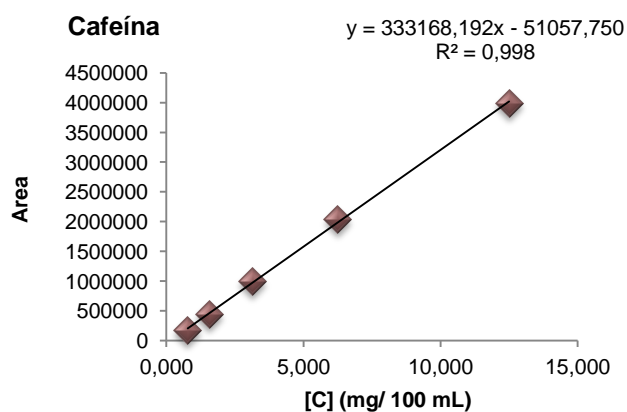
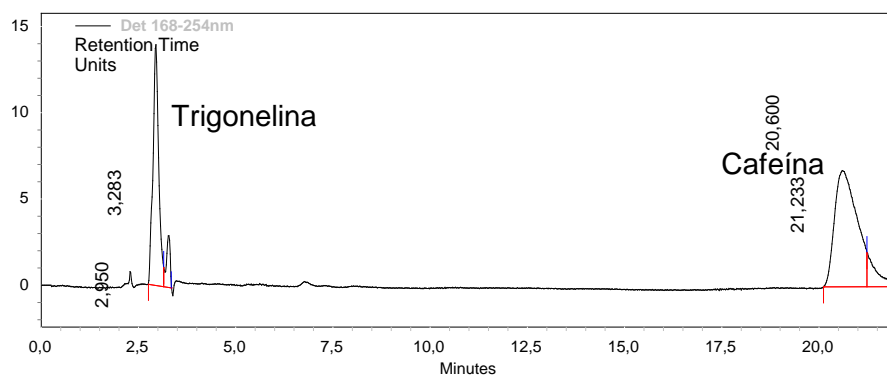


Figura 32 - Representação esquemática de um sistema de cromatografia líquida

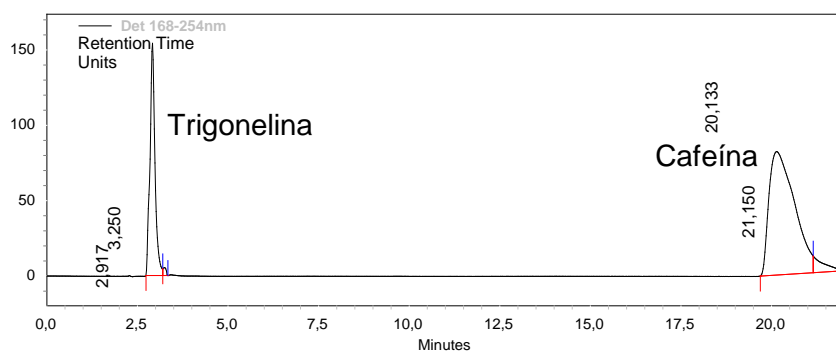
Curvas Padrão: Cafeína e Trigonelina



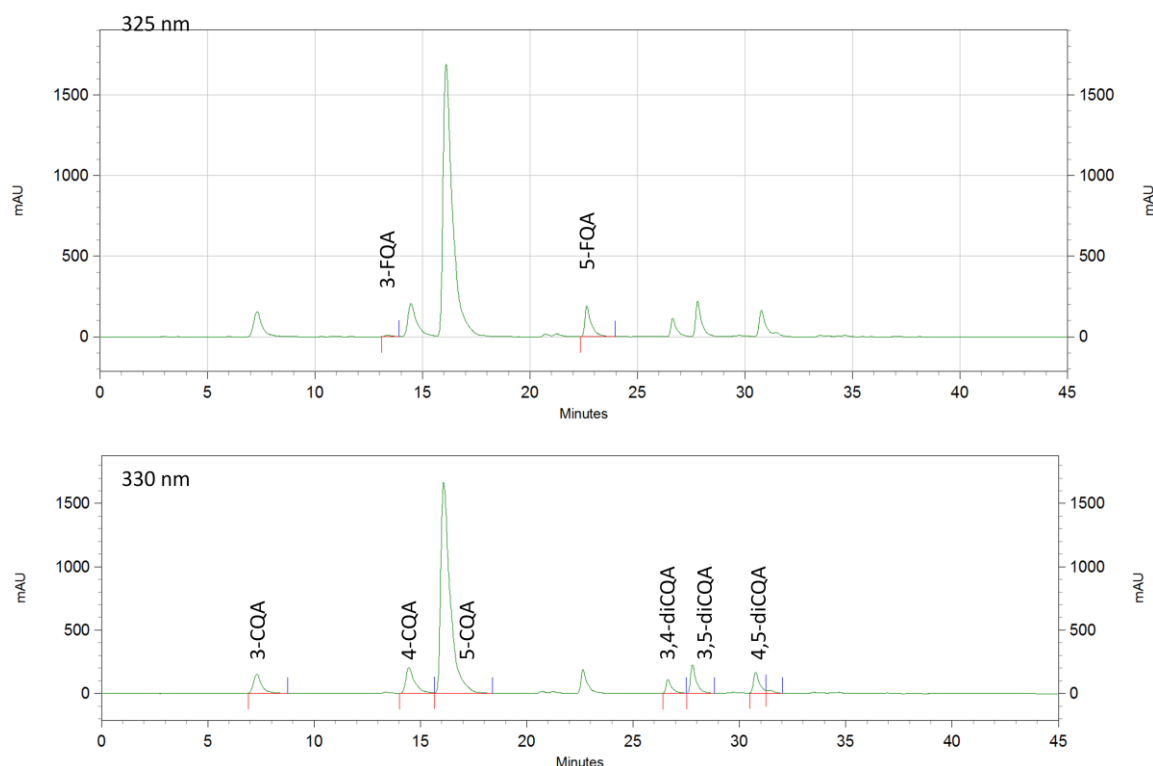
Cromatograma da Amostra FO11A



Cromatograma de uma solução de padrões da curva de calibração (nível 5)



Cromatograma exemplificativo da saída dos picos dos Ácidos Clorogênicos



Curva Padrão 5-CQA

A curva padrão, a equação de regressão linear, assim como o coeficiente de correlação, são apresentados na Figura 33, em relação ao 5-CQA (330 nm).

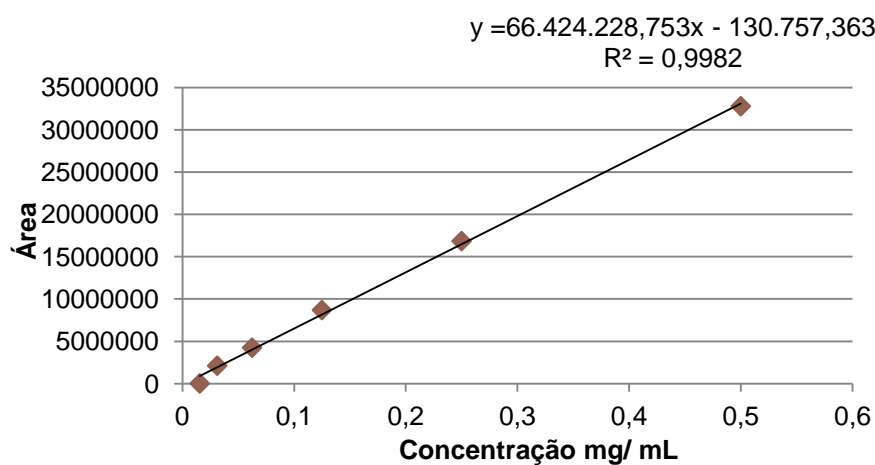


Figura 33 - Curva padrão do 5-CQA a 330 nm

Anexo 3 – Análise Sensorial

DATA:

AMOSTRA:

Características Organolépticas	Nenhum	1	2	3	4	Muito Elevado
Cor						
Aspecto						
Característico						
Outros:						
Ácido						
Amargo						
Salgado						
Doce						
Riado						
Fermentado						
Metálico						
Medicamento						
Outros sabores:						
Adstringência						
Corpo						
Flavour						
Gosto Residual						
Persistência						
Total						

RUBRICA:

Atributos a considerar durante a prova das bebidas

Visuais

- Cor.

Olfactivos

- Fragrância seca – percepção olfactiva, resultante da libertação de compostos voláteis, de grão torrado moído seco;
- Fragrância húmida - olfactiva, resultante da libertação de compostos voláteis, da bebida preparada com os grãos torrados e moídos.

Gustativos

- Acidez – Sabor perceptível nas zonas laterais da língua;
- Amargo – Sabor perceptível no fundo da língua (NUTRICA FÉS, 2009);
- Doce – Sabor perceptível na extremidade da língua (NUTRICA FÉS, 2009);
- Salgado – Sabor perceptível na parte central da língua.

Defeitos

- Riado – defeito de um café com leve sabor químico, típico do iodo;
- Fermentado – defeito do café com sabor a fermento, já com estado de conservação avançado;
- Medicamento – defeito associado a qualquer componente químico estranho ao café.

Sensações bucais

- Corpo – Associado à impressão de bebida concentrada e com consistência da boca (ISO 5492:1992);
- Adstringência – Sensação associada à secura provocada na boca depois da degustação da bebida, provocando a contracção da superfície das mucosas da boca (ISO 5492:1992);
- Flavour – Sensação gustativa, olfactiva e trigeminal (sensações irritantes e agressivas percebidas na cavidade bucal) (ISO 5492:1992);
- Gosto residual – Sensação gustativa que permanece no paladar após a ingestão da bebida;
- Persistência – Tempo e grau que o gosto residual dura no paladar.

Dados dos 4 provadores da Análise Sensorial

	Cor	Aspecto	Cheiro	Outros	Ácido	Amargo	Salgado	Doce	Riado	Fermentado	Metálico	Medicamento	Adstringente	Corpo	Flavour	G. Residual	Persistência	Av. Global
FO11A	3,75	3,5	1,5	3,75	3	2,5	0	2,25	0	3	0	0	1,5	2,8	1,8	2,8	2,3	1,8
FO11B	3,5	3,5	0,75	3,75	3	2,75	0	3	0	4	0	0	1,5	2,5	1,8	2,5	2,3	2
FO12	3,5	3,5	0,75	3,75	3	2,5	0	2,5	0	3,5	0	0	2,3	2,3	2,3	2,5	2,5	2,3
T2	3	3	3,5	0	3,25	2,5	0	2,5	0	0	0	0	1,3	3	3,2	2	2,8	3,5
T3	4	4	3,25	0,25	3	2,75	0	1	0	0	0	3	1,8	2,8	3,5	3,5	3	2,3
T4	3	3	3,5	0	3,25	2,5	0	2	0	0	0	3,5	1	2,8	3	2,3	2,8	3,3
T10	4	4	4	0,25	2,75	2,5	0	1,25	0	0	0	4	1,8	2,5	2,3	2,8	2,8	2,3

Anexo 4 – ANOVA: Testes de Tukey

Tukey HSD test; variable Var2 (100 graos) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,50247, df = 14,000								
Cell No.	Var1	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}
		16,933	17,177	20,103	17,333	17,917	17,350	18,183
1	FO11A		0,999428	0,001351	0,991054	0,627401	0,988954	0,372925
2	FO11B	0,999428		0,002682	0,999955	0,850731	0,999919	0,603833
3	FO12	0,001351	0,002682		0,004268	0,026071	0,004488	0,059505
4	2. EPEF12	0,991054	0,999955	0,004268		0,943861	1,000000	0,757760
5	3. EPEF36	0,627401	0,850731	0,026071	0,943861		0,950711	0,999040
6	4. ECEC11	0,988954	0,999919	0,004488	1,000000	0,950711		0,772982
7	10. NMAF36 b	0,372925	0,603833	0,059505	0,757760	0,999040	0,772982	

Figura 33 - Massa de 100 Grãos

Tukey HSD test; variable Var2 (Spreadsheet8) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,00000, df = 14,000								
Cell No.	Var1	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}
		,09543	,10004	,10058	,10342	,08795	,08246	,08255
1	2		0,006110	0,002390	0,000186	0,000206	0,000174	0,000174
2	3	0,006110		0,997573	0,055058	0,000174	0,000174	0,000174
3	4	0,002390	0,997573		0,139455	0,000174	0,000174	0,000174
4	10	0,000186	0,055058	0,139455		0,000174	0,000174	0,000174
5	12	0,000206	0,000174	0,000174	0,000174		0,001394	0,001620
6	A	0,000174	0,000174	0,000174	0,000174	0,001394		1,000000
7	B	0,000174	0,000174	0,000174	0,000174	0,001620	1,000000	

Figura 34 – Humidade (%)

Tukey HSD test; variable Var2 (Spreadsheet1) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,00474, df = 14,000								
Cell No.	Var1	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}
		4,4191	4,2827	4,1961	4,1829	4,1254	3,9894	4,0945
1	FO11A		0,257391	0,018566	0,012112	0,002030	0,000196	0,000864
2	FO11B	0,257391		0,718940	0,582653	0,144584	0,002050	0,056573
3	FO12	0,018566	0,718940		0,999980	0,859969	0,031296	0,564682
4	2. EPEF12	0,012112	0,582653	0,999980		0,940529	0,047797	0,701585
5	3. EPEF36	0,002030	0,144584	0,859969	0,940529		0,259767	0,997404
6	4. ECEC11	0,000196	0,002050	0,031296	0,047797	0,259767		0,527749
7	10. NMAF36 b	0,000864	0,056573	0,564682	0,701585	0,997404	0,527749	

Figura 35 - Resíduo Mineral Total

Tukey HSD test; variable Var2 (Spreadsheet10)								
Approximate Probabilities for Post Hoc Tests								
Error: Between MS = ,00068, df = 14,000								
Cell No.	Var1	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}
		14,045	11,129	11,025	7,7588	17,032	12,327	10,796
1	FO11A		0,000174	0,000174	0,000174	0,000174	0,000174	0,000174
2	FO11B	0,000174		0,003650	0,000174	0,000174	0,000174	0,000174
3	FO12	0,000174	0,003650		0,000174	0,000174	0,000174	0,000174
4	T2	0,000174	0,000174	0,000174		0,000174	0,000174	0,000174
5	T3	0,000174	0,000174	0,000174	0,000174		0,000174	0,000174
6	T4	0,000174	0,000174	0,000174	0,000174	0,000174		0,000174
7	T10	0,000174	0,000174	0,000174	0,000174	0,000174	0,000174	

Figura 36 - Fenóis totais

Tukey HSD test; variable Var2 (Spreadsheet12)								
Approximate Probabilities for Post Hoc Tests								
Error: Between MS = ,00022, df = 14,000								
Cell No.	Var1	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}
		5,4267	5,3300	5,2333	5,0667	5,0500	5,0733	5,1867
1	FO11A		0,000187	0,000174	0,000174	0,000174	0,000174	0,000174
2	FO11B	0,000187		0,000187	0,000174	0,000174	0,000174	0,000174
3	FO12	0,000174	0,000187		0,000174	0,000174	0,000174	0,024150
4	2. EPEF12	0,000174	0,000174	0,000174		0,811060	0,997495	0,000174
5	3. EPEF36	0,000174	0,000174	0,000174	0,811060		0,505151	0,000174
6	4. ECEC11	0,000174	0,000174	0,000174	0,997495	0,505151		0,000175
7	10. NMAF36 b	0,000174	0,000174	0,024150	0,000174	0,000174	0,000175	

Figura 37 - pH

Tukey HSD test; variable Var2 (Spreadsheet1)								
Approximate Probabilities for Post Hoc Tests								
Error: Between MS = ,00006, df = 14,000								
Cell No.	Var1	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}
		,13214	,11548	,10714	,12857	,18214	,13690	,14286
1	FO11A		0,195978	0,020563	0,997160	0,000190	0,986858	0,641165
2	FO11B	0,195978		0,839846	0,429828	0,000174	0,056099	0,010479
3	FO12	0,020563	0,839846		0,056099	0,000174	0,005390	0,001137
4	2. EPEF12	0,997160	0,429828	0,056099		0,000179	0,839846	0,337882
5	3. EPEF36	0,000190	0,000174	0,000174	0,000179		0,000238	0,000530
6	4. ECEC11	0,986858	0,056099	0,005390	0,839846	0,000238		0,960920
7	10. NMAF36b	0,641165	0,010479	0,001137	0,337882	0,000530	0,960920	

Figura 38– Acidez titulável

Tukey HSD test; variable Var2 (Spreadsheet15)								
Approximate Probabilities for Post Hoc Tests								
Error: Between MS = 7,6190, df = 14,000								
Cell No.	Var1	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}
		18,667	20,000	17,333	21,333	22,667	20,000	20,000
1	FO11A		0,996104	0,996104	0,889393	0,583084	0,996104	0,996104
2	FO11B	0,996104		0,889393	0,996104	0,889393	1,000000	1,000000
3	FO12	0,996104	0,889393		0,583084	0,280693	0,889393	0,889393
4	2. EPEF12	0,889393	0,996104	0,583084		0,996104	0,996104	0,996104
5	3. EPEF36	0,583084	0,889393	0,280693	0,996104		0,889393	0,889393
6	4. ECEC11	0,996104	1,000000	0,889393	0,996104	0,889393		1,000000
7	10. NMAF36 b	0,996104	1,000000	0,889393	0,996104	0,889393	1,000000	

Figura 39– Sólidos Solúveis

Tukey HSD test; variable 3cqa (Spreadsheet2) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,00036, df = 7,0000								
Cell No.	Var1	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}
		,32491	,21870	,23592	,32529	,22958	,23854	,29731
1	FO11A		0,008262	0,021309	1,000000	0,014855	0,024834	0,757560
2	FO11B	0,008262		0,958699	0,008099	0,995684	0,924466	0,039502
3	FO12	0,021309	0,958699		0,020841	0,999784	0,999999	0,116189
4	2. EPEF12	1,000000	0,008099	0,020841		0,014540	0,024281	0,747462
5	3. EPEF36	0,014855	0,995684	0,999784	0,014540		0,998484	0,077677
6	4. ECEC11	0,024834	0,924466	0,999999	0,024281	0,998484		0,137366
7	10. NMAF36b	0,757560	0,039502	0,116189	0,747462	0,077677	0,137366	

Figura 40 – 3-CQA

Tukey HSD test; variable 4cqa (Spreadsheet2) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,00138, df = 7,0000								
Cell No.	Var1	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}
		,50195	,33190	,37023	,47830	,37063	,37660	,48060
1	FO11A		0,024789	0,081798	0,992718	0,082858	0,100440	0,995740
2	FO11B	0,024789		0,929978	0,051226	0,926936	0,872880	0,047651
3	FO12	0,081798	0,929978		0,175551	1,000000	0,999996	0,163028
4	2. EPEF12	0,992718	0,051226	0,175551		0,177821	0,215106	1,000000
5	3. EPEF36	0,082858	0,926936	1,000000	0,177821		0,999997	0,165143
6	4. ECEC11	0,100440	0,872880	0,999996	0,215106	0,999997		0,199932
7	10. NMAF36b	0,995740	0,047651	0,163028	1,000000	0,165143	0,199932	

Figura 41 – 4-CQA

Tukey HSD test; variable 5cqa (Spreadsheet2) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,04967, df = 7,0000								
Cell No.	Var1	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}
		3,2654	2,4302	3,3142	4,0577	3,4882	3,3794	4,0849
1	FO11A		0,064552	0,999982	0,081193	0,938771	0,997735	0,070166
2	FO11B	0,064552		0,049900	0,001886	0,020658	0,035610	0,001718
3	FO12	0,999982	0,049900		0,105533	0,979929	0,999904	0,091128
4	2. EPEF12	0,081193	0,001886	0,105533		0,266801	0,149968	0,999999
5	3. EPEF36	0,938771	0,020658	0,979929	0,266801		0,998247	0,231460
6	4. ECEC11	0,997735	0,035610	0,999904	0,149968	0,998247		0,129473
7	10. NMAF36b	0,070166	0,001718	0,091128	0,999999	0,231460	0,129473	

Figura 42 – 5-CQA

Tukey HSD test; variable 3,4dicqa (Spreadsheet2) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,00007, df = 7,0000								
Cell No.	Var1	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}
		,08853	,05392	,06211	,09783	,07212	,07164	,09303
1	FO11A		0,040444	0,129384	0,904897	0,501343	0,473969	0,996965
2	FO11B	0,040444		0,943335	0,011969	0,403253	0,428109	0,022049
3	FO12	0,129384	0,943335		0,034727	0,874437	0,895431	0,067808
4	2. EPEF12	0,904897	0,011969	0,034727		0,143333	0,133782	0,995737
5	3. EPEF36	0,501343	0,403253	0,874437	0,143333		1,000000	0,282227
6	4. ECEC11	0,473969	0,428109	0,895431	0,133782	1,000000		0,264265
7	10. NMAF36b	0,996965	0,022049	0,067808	0,995737	0,282227	0,264265	

Figura 43 - 3,4-diCQA

Tukey HSD test; variable 3,5dicqa (Spreadsheet2) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,00029, df = 7,0000								
Cell No.	Var1	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}
		,16795	,13166	,17102	,20060	,21177	,19780	,20715
1	FO11A		0,419535	0,999994	0,519215	0,256504	0,603182	0,348875
2	FO11B	0,419535		0,345413	0,044077	0,020981	0,053461	0,028369
3	FO12	0,999994	0,345413		0,611367	0,315341	0,697370	0,423509
4	2. EPEF12	0,519215	0,044077	0,611367		0,991281	0,999997	0,999521
5	3. EPEF36	0,256504	0,020981	0,315341	0,991281		0,973868	0,999936
6	4. ECEC11	0,603182	0,053461	0,697370	0,999997	0,973868		0,996553
7	10. NMAF36b	0,348875	0,028369	0,423509	0,999521	0,999936	0,996553	

Figura 44 - 3,5-diCQA

Tukey HSD test; variable 4,5dicqa (Spreadsheet2) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,00012, df = 7,0000								
Cell No.	Var1	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}
		,17976	,08207	,13367	,15526	,09358	,09762	,13386
1	FO11A		0,000681	0,038837	0,385749	0,001286	0,001678	0,039602
2	FO11B	0,000681		0,022136	0,003236	0,926613	0,782864	0,021728
3	FO12	0,038837	0,022136		0,504554	0,073387	0,113803	1,000000
4	2. EPEF12	0,385749	0,003236	0,504554		0,008530	0,012347	0,512833
5	3. EPEF36	0,001286	0,926613	0,073387	0,008530		0,999647	0,071919
6	4. ECEC11	0,001678	0,782864	0,113803	0,012347	0,999647		0,111502
7	10. NMAF36b	0,039602	0,021728	1,000000	0,512833	0,071919	0,111502	

Figura 45 - 4,5-diCQA

Tukey HSD test; variable 3fqa (Spreadsheet2) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,00001, df = 7,0000								
Cell No.	Var1	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}
		,02306	,02077	,01731	,01807	,01319	,01505	,01692
1	FO11A		0,992572	0,684872	0,790348	0,210922	0,379507	0,627994
2	FO11B	0,992572		0,946868	0,982839	0,431272	0,688650	0,917163
3	FO12	0,684872	0,946868		0,999986	0,892783	0,992998	1,000000
4	2. EPEF12	0,790348	0,982839	0,999986		0,806155	0,971130	0,999836
5	3. EPEF36	0,210922	0,431272	0,892783	0,806155		0,997574	0,927690
6	4. ECEC11	0,379507	0,688650	0,992998	0,971130	0,997574		0,997445
7	10. NMAF36b	0,627994	0,917163	1,000000	0,999836	0,927690	0,997445	

Figura 46 - 3-FQA

Tukey HSD test; variable 5fqa (Spreadsheet2) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,00052, df = 7,0000								
Cell No.	Var1	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}
		,28572	,25097	,26594	,29325	,28536	,27275	,28861
1	FO11A		0,725061	0,966760	0,999801	1,000000	0,995931	0,999999
2	FO11B	0,725061		0,991369	0,554228	0,732896	0,948937	0,659460
3	FO12	0,966760	0,991369		0,874010	0,969381	0,999889	0,939477
4	2. EPEF12	0,999801	0,554228	0,874010		0,999742	0,960890	0,999988
5	3. EPEF36	1,000000	0,732896	0,969381	0,999742		0,996485	0,999999
6	4. ECEC11	0,995931	0,948937	0,999889	0,960890	0,996485		0,988452
7	10. NMAF36b	0,999999	0,659460	0,939477	0,999988	0,999999	0,988452	

Figura 47 - 5-FQA

Anexo 5 – Matriz de Correlações

Variáveis	20	19	18	17	16	15	14	13	12	10	R	Crivo+f	Crivo med	Homog	Gr.Graudo	Gr.Médio	Gr.Miúdo	m100	Perda M	Aumento V	pH bebida	Cor	FT	pH infusão
20	1,00	0,94	0,32	-0,18	-0,85	-0,49	-0,41	-0,34	-0,12	0,66	0,35	0,71	0,56	0,00	0,55	-0,65	-0,41	0,82	-0,51	-0,73	0,21	0,36	-0,22	0,03
19		1,00	0,59	-0,03	-0,85	-0,68	-0,61	-0,59	-0,17	0,57	0,28	0,89	0,79	-0,21	0,73	-0,78	-0,60	0,86	-0,53	-0,72	0,27	0,41	-0,27	0,06
18			1,00	0,58	-0,53	-0,93	-0,94	-0,96	0,08	0,22	0,12	0,86	0,95	-0,51	0,90	-0,84	-0,92	0,38	-0,43	-0,47	0,43	0,35	-0,12	0,24
17				1,00	-0,33	-0,69	-0,72	-0,69	0,76	0,38	0,58	0,21	0,38	0,11	0,65	-0,60	-0,74	-0,36	-0,57	-0,45	0,78	0,58	0,14	0,79
16					1,00	0,77	0,70	0,61	-0,27	-0,88	-0,65	-0,70	-0,65	-0,19	-0,82	0,90	0,72	-0,54	0,80	0,94	-0,66	-0,70	0,23	-0,49
15						1,00	0,99	0,97	-0,33	-0,55	-0,47	-0,84	-0,91	0,23	-1,00	0,97	0,99	-0,38	0,69	0,74	-0,66	-0,61	0,08	-0,51
14							1,00	0,98	-0,35	-0,46	-0,42	-0,83	-0,91	0,30	-0,98	0,94	0,99	-0,32	0,63	0,68	-0,62	-0,54	0,03	-0,47
13								1,00	-0,25	-0,36	-0,35	-0,83	-0,93	0,38	-0,95	0,90	0,96	-0,32	0,56	0,61	-0,57	-0,51	0,11	-0,43
12									1,00	0,53	0,79	-0,11	-0,03	0,49	0,32	-0,33	-0,39	-0,37	-0,59	-0,39	0,65	0,52	0,55	0,77
10										1,00	0,83	0,33	0,30	0,61	0,60	-0,70	-0,50	0,31	-0,91	-0,84	0,80	0,84	-0,04	0,72
R											1,00	0,15	0,17	0,58	0,50	-0,56	-0,44	-0,01	-0,82	-0,77	0,79	0,81	0,15	0,86
Crivo+f												1,00	0,97	-0,52	0,86	-0,84	-0,80	0,75	-0,44	-0,60	0,24	0,29	-0,14	0,03
Crivo med													1,00	-0,52	0,91	-0,87	-0,87	0,62	-0,48	-0,56	0,35	0,37	-0,14	0,16
Homog														1,00	-0,19	0,09	0,26	-0,25	-0,49	-0,19	0,53	0,56	0,09	0,61
Gr.Graudo															1,00	-0,99	-0,98	0,42	-0,72	-0,78	0,67	0,63	-0,11	0,50
Gr.Médio																1,00	0,94	-0,46	0,77	0,86	-0,70	-0,68	0,14	-0,53
Gr.Miúdo																	1,00	-0,28	0,63	0,71	-0,63	-0,52	0,03	-0,48
m100																		1,00	-0,35	-0,32	-0,05	0,18	-0,01	-0,23
Perda M																			1,00	0,73	-0,89	-0,94	-0,12	-0,82
Aumento V																				1,00	-0,68	-0,69	0,27	-0,58
pH bebida																					1,00	0,94	-0,09	0,96
Cor																						1,00	-0,11	0,90
FT																							1,00	0,04
pH infusão																								1,00

	5-FQA	3-FQA	4,5-diCQA	3,5-diCQA	3,4-diCQA	4-CQA	3-CQA	5-CQA	Av. Global	Persistência	G.Residual	Flavour	Corpo	Adstringente	Medicamento	Fermentado	Doce	Amaror	Ácido	Outros	Cheiro	Aspecto	Cor	Trigonelina	Cateína	TSS	Cinza	AT
20	-0,22	-0,08	0,20	-0,21	-0,22	-0,29	-0,27	0,01	-0,07	-0,14	-0,12	-0,04	-0,54	0,77	-0,45	0,39	0,26	-0,20	-0,04	0,40	-0,48	0,00	-0,04	0,19	0,37	-0,52	0,00	-0,44
19	-0,08	-0,04	0,31	-0,15	-0,05	-0,12	-0,13	0,15	-0,17	-0,10	-0,03	-0,09	-0,57	0,87	-0,40	0,33	0,14	-0,17	-0,28	0,34	-0,38	0,22	0,17	0,18	0,33	-0,43	0,06	-0,36
18	0,07	0,23	0,28	-0,21	0,18	0,12	0,10	0,09	-0,47	-0,13	0,29	-0,22	-0,30	0,64	-0,33	0,24	-0,03	0,30	-0,61	0,25	-0,21	0,60	0,57	-0,29	-0,31	0,08	0,24	0,00
17	-0,20	0,78	0,27	-0,65	0,21	0,17	0,23	-0,43	-0,74	-0,67	0,26	-0,66	-0,06	0,13	-0,53	0,59	0,28	0,34	-0,42	0,63	-0,51	0,33	0,47	-0,80	-0,80	-0,10	0,74	-0,12
16	0,44	-0,39	-0,30	0,64	0,16	0,24	0,17	0,31	0,42	0,58	0,12	0,47	0,59	-0,73	0,75	-0,76	-0,53	0,05	0,20	-0,76	0,79	-0,06	-0,09	0,23	0,02	0,64	-0,45	0,63
15	0,11	-0,44	-0,38	0,47	-0,13	-0,06	-0,08	0,12	0,62	0,42	-0,23	0,44	0,41	-0,72	0,57	-0,54	-0,19	-0,20	0,56	-0,57	0,51	-0,49	-0,52	0,42	0,35	0,22	-0,47	0,23
14	0,05	-0,43	-0,37	0,42	-0,17	-0,10	-0,11	0,09	0,62	0,37	-0,29	0,39	0,32	-0,67	0,54	-0,48	-0,13	-0,26	0,55	-0,51	0,45	-0,52	-0,55	0,46	0,42	0,12	-0,44	0,13
13	-0,08	-0,42	-0,46	0,32	-0,31	-0,24	-0,24	-0,06	0,57	0,30	-0,26	0,38	0,29	-0,64	0,44	-0,36	-0,05	-0,16	0,61	-0,40	0,32	-0,54	-0,58	0,34	0,33	0,09	-0,44	0,10
12	-0,33	0,62	0,08	-0,64	-0,04	-0,07	0,00	-0,64	-0,74	-0,68	0,38	-0,55	-0,01	0,06	-0,46	0,65	0,23	0,29	-0,15	0,72	-0,65	0,17	0,35	-0,87	-0,79	-0,26	0,61	-0,04
10	-0,68	0,53	0,13	-0,82	-0,30	-0,37	-0,29	-0,61	-0,57	-0,81	-0,09	-0,69	-0,66	0,56	-0,70	0,94	0,61	-0,02	-0,18	0,95	-0,95	0,00	0,07	-0,42	-0,15	-0,81	0,61	-0,70
R	-0,34	0,73	0,44	-0,71	0,12	0,06	0,14	-0,46	-0,64	-0,82	0,04	-0,71	-0,30	0,33	-0,65	0,80	0,44	-0,20	-0,17	0,88	-0,78	0,00	0,18	-0,50	-0,31	-0,74	0,79	-0,48
Crivo+f	0,15	-0,03	0,36	-0,04	0,13	0,06	0,03	0,27	-0,28	0,03	0,22	-0,01	-0,39	0,85	-0,31	0,17	-0,08	0,04	-0,46	0,20	-0,20	0,48	0,44	0,02	0,07	-0,10	0,03	-0,06
Crivo med	0,14	0,10	0,37	-0,10	0,20	0,13	0,10	0,23	-0,40	-0,05	0,27	-0,15	-0,39	0,81	-0,30	0,21	-0,09	0,10	-0,59	0,24	-0,20	0,57	0,54	-0,09	-0,06	-0,07	0,16	-0,05
Homog	-0,74	0,44	-0,22	-0,65	-0,39	-0,38	-0,32	-0,73	-0,32	-0,72	-0,22	-0,65	-0,40	-0,13	-0,24	0,67	0,53	-0,09	0,09	0,66	-0,64	-0,30	-0,21	-0,32	-0,11	-0,70	0,50	-0,57
Gr.Gra	-0,14	0,44	0,38	-0,49	0,11	0,03	0,05	-0,13	-0,61	-0,44	0,19	-0,45	-0,44	0,75	-0,60	0,57	0,23	0,16	-0,53	0,60	-0,55	0,45	0,48	-0,39	-0,31	-0,28	0,47	-0,28
Gr.Méd	0,24	-0,45	-0,37	0,56	-0,03	0,05	0,01	0,19	0,58	0,50	-0,12	0,48	0,50	-0,77	0,67	-0,65	-0,33	-0,12	0,46	-0,67	0,64	-0,36	-0,39	0,38	0,25	0,39	-0,49	0,39
Gr.Miú	0,11	-0,45	-0,33	0,48	-0,11	-0,03	-0,07	0,16	0,60	0,41	-0,26	0,38	0,29	-0,64	0,61	-0,52	-0,20	-0,30	0,47	-0,55	0,51	-0,46	-0,50	0,51	0,47	0,11	-0,44	0,16
m100	0,02	-0,46	0,02	0,20	-0,18	-0,23	-0,32	0,27	-0,11	0,25	0,22	0,15	-0,63	0,87	0,09	0,03	-0,26	-0,11	-0,38	0,05	-0,09	0,42	0,31	0,36	0,49	-0,28	-0,30	-0,05
Perda M	0,54	-0,54	-0,16	0,73	0,15	0,22	0,20	0,52	0,84	0,76	-0,21	0,79	0,75	-0,70	0,50	-0,87	-0,34	-0,06	0,56	-0,91	0,84	-0,38	-0,46	0,51	0,28	0,73	-0,67	0,49
Aumento V	0,30	-0,59	-0,53	0,66	-0,08	0,01	-0,10	0,25	0,36	0,66	0,22	0,49	0,34	-0,54	0,88	-0,73	-0,60	0,19	0,06	-0,77	0,75	0,10	0,02	0,26	0,09	0,63	-0,61	0,64
pH bebida	-0,57	0,83	0,24	-0,88	-0,01	-0,06	0,00	-0,59	-0,78	-0,93	-0,01	-0,95	-0,56	0,37	-0,62	0,90	0,55	0,07	-0,47	0,92	-0,82	0,19	0,30	-0,61	-0,43	-0,66	0,89	-0,61
Cor	-0,50	0,72	0,32	-0,75	0,05	-0,01	0,02	-0,44	-0,74	-0,85	-0,02	-0,93	-0,70	0,51	-0,49	0,84	0,44	-0,16	-0,55	0,88	-0,76	0,23	0,32	-0,38	-0,16	-0,83	0,84	-0,65
FT	0,04	-0,28	-0,37	0,14	-0,24	-0,22	-0,31	-0,25	-0,49	0,15	0,88	0,15	0,07	0,14	0,34	-0,03	-0,57	0,48	-0,23	0,04	-0,03	0,54	0,60	-0,51	-0,52	0,25	-0,24	0,69
pH infusão	-0,47	0,89	0,30	-0,82	0,11	0,07	0,14	-0,57	-0,77	-0,93	0,02	-0,95	-0,39	0,20	-0,55	0,83	0,48	-0,02	-0,40	0,88	-0,74	0,14	0,29	-0,63	-0,47	-0,65	0,94	-0,52
AT	0,60	-0,60	-0,25	0,70	0,10	0,14	0,02	0,37	0,02	0,73	0,74	0,65	0,47	-0,09	0,66	-0,68	-0,87	0,38	-0,12	-0,63	0,64	0,50	0,47	-0,05	-0,25	0,79	-0,63	1,00

Cinza		1,00	-0,65	-0,30	-0,42	0,10	-0,06	-0,60	0,75	-0,28	-0,26	0,57	0,71	-0,60	0,06	-0,24	-0,91	-0,23	-0,90	-0,55	-0,36	0,40	0,31	0,35	-0,75	0,54	0,97	-0,30
TSS			1,00	-0,29	-0,03	0,08	0,16	0,64	-0,72	0,19	0,53	-0,49	-0,68	0,41	-0,37	0,64	0,72	0,33	0,70	0,34	0,28	-0,01	0,03	-0,01	0,56	-0,34	-0,51	0,45
Cafeína				1,00	0,96	-0,40	-0,31	0,40	-0,42	0,15	-0,74	-0,11	-0,41	0,32	0,08	-0,16	0,28	-0,49	0,40	0,61	0,62	0,15	0,20	0,19	0,49	0,22	-0,40	0,28
Trigon					1,00	-0,40	-0,31	0,64	-0,64	0,21	-0,70	-0,25	-0,64	0,42	-0,08	0,08	0,45	-0,45	0,58	0,74	0,78	0,29	0,35	0,33	0,68	0,26	-0,48	0,50
Cor						1,00	0,97	-0,03	0,16	-0,89	0,35	-0,60	0,08	0,29	0,60	-0,36	-0,23	0,87	0,02	-0,79	0,02	-0,04	0,10	0,12	0,06	0,00	-0,02	0,16
Aspecto							1,00	0,04	0,05	-0,89	0,42	-0,64	0,00	0,38	0,64	-0,42	-0,12	0,86	0,15	-0,70	0,06	-0,17	-0,01	0,00	0,14	-0,14	-0,18	0,13
Cheiro								1,00	-0,97	0,09	-0,22	-0,70	-0,98	0,76	-0,40	0,54	0,68	0,06	0,86	0,60	0,81	0,40	0,50	0,44	0,93	0,05	-0,58	0,80
Outros									1,00	-0,24	0,11	0,63	0,99	-0,72	0,41	-0,55	-0,82	-0,01	-0,93	-0,71	-0,74	-0,22	-0,31	-0,25	-0,93	0,11	0,71	-0,71
Ácido										1,00	-0,14	0,40	-0,19	-0,26	-0,64	0,62	0,48	-0,57	0,14	0,75	-0,04	0,00	-0,13	-0,15	0,07	-0,07	-0,12	-0,01
Amargor											1,00	-0,07	0,18	0,00	0,08	-0,06	0,09	0,53	0,02	-0,37	-0,56	-0,65	-0,64	-0,65	-0,23	-0,72	-0,18	-0,40
Doce												1,00	0,71	-0,83	-0,15	-0,15	-0,51	-0,72	-0,75	0,03	-0,58	-0,09	-0,27	-0,24	-0,81	0,10	0,65	-0,67
Fermentado													1,00	-0,73	0,37	-0,58	-0,80	-0,08	-0,93	-0,65	-0,80	-0,31	-0,41	-0,35	-0,96	0,01	0,68	-0,80
Medicamt														1,00	-0,15	0,05	0,43	0,40	0,72	0,19	0,45	-0,07	0,10	0,04	0,78	-0,37	-0,69	0,42
Adstringt															1,00	-0,72	-0,21	0,42	-0,10	-0,55	0,01	-0,28	-0,20	-0,14	-0,15	0,11	-0,09	-0,13
Corpo																1,00	0,57	-0,11	0,39	0,54	0,35	0,51	0,45	0,42	0,42	0,21	-0,07	0,60
Flavour																	1,00	0,12	0,91	0,69	0,53	-0,07	-0,02	-0,06	0,80	-0,22	-0,83	0,55
G.Residual																		1,00	0,24	-0,61	-0,05	-0,24	-0,11	-0,11	0,22	-0,27	-0,31	0,17
Persistênc																			1,00	0,58	0,71	0,01	0,13	0,08	0,95	-0,20	-0,88	0,67
Av.Global																				1,00	0,51	0,18	0,13	0,10	0,55	0,01	-0,45	0,36
5-CQA																					1,00	0,62	0,71	0,70	0,83	0,51	-0,40	0,91
3-CQA																						1,00	0,98	0,98	0,24	0,88	0,42	0,72
4-CQA																							1,00	1,00	0,37	0,84	0,30	0,79
3,4-diCQA																								1,00	0,32	0,88	0,34	0,78
3,5-diCQA																									1,00	0,01	-0,77	0,81
4,5-diCQA																										1,00	0,51	0,53
3-FQA																											1,00	-0,29
5-FQA																												1,00